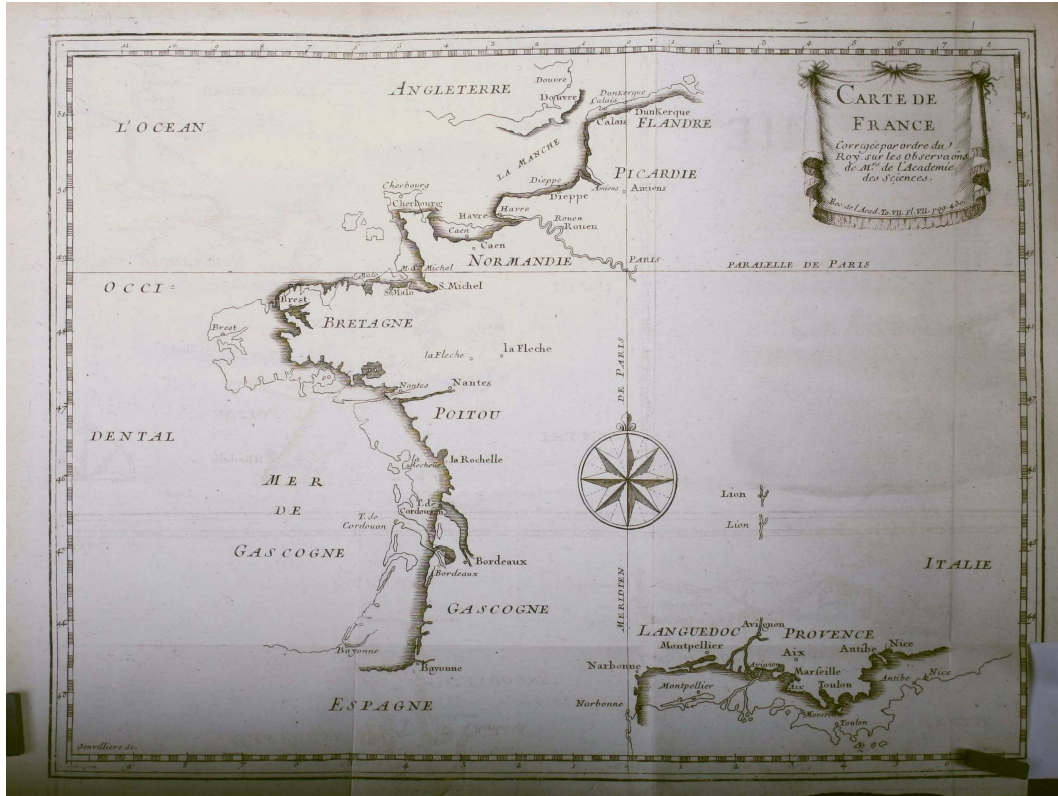






# CARTOGRAPHIE

et informatique



## LYCÉE BLAISE-CENDRARS

Juin 2023

Sous la direction de  
Jean-Philippe Rawyler et Vincent Guyot

---

Discipline obligatoire INFORMATIQUE  
Lycée Blaise-Cendrars  
La Chaux-de-Fonds (Suisse)

“Imaginez un monde dans lequel chaque  
personne pourrait partager librement  
l’ensemble des connaissances  
humaines.”

- *Jimmy Wales. Fondateur de  
Wikipedia.*

# Table des matières

<b>Table des matières</b>	<b>iii</b>
<b>Liste des figures</b>	<b>vii</b>
<b>Liste des codes sources</b>	<b>xii</b>
<b>1 Introduction</b>	<b>1</b>
1.1 Dotation horaire . . . . .	2
1.2 Cartographie . . . . .	2
1.3 Logiciels de cartographie . . . . .	2
1.4 Critique . . . . .	3
<b>2 Les cartes</b>	<b>5</b>
<b>I Année 2022 - 2023</b>	<b>7</b>
2.1 Urbanisation neuchâteloise . . . . .	8
2.2 Cartonominique . . . . .	10
2.3 Ganymède . . . . .	12
2.4 Merveilles de La Chaux-de-Fonds . . . . .	14
2.5 Orientations politiques . . . . .	16
2.6 Panomatricks à l'Hôpital . . . . .	18
2.7 Menhirs de Bretagne . . . . .	20
2.8 Le corps humain . . . . .	22
2.9 De la Pangée à nos jours . . . . .	24
2.10 Parc d'attractions des rêves . . . . .	26
2.11 Pollutions océaniques . . . . .	28
2.12 LBC cursus . . . . .	30

2.13	Comédies musicales . . . . .	32
2.14	Cartographie sur un orchestre symphonique . . . . .	34
2.15	Voyage au Tadjikistan . . . . .	36
2.16	Niveaux de vie . . . . .	38
2.17	Maison de rêve . . . . .	40
<b>II</b>	<b>Année 2023 - 2024</b>	<b>43</b>
2.18	Carte Seigneur des anneaux . . . . .	44
2.19	Carte The Weeknd . . . . .	46
2.20	Korawo : notre île imaginaire . . . . .	48
2.21	La carte suisse . . . . .	50
2.22	Carte fantastique du lycée . . . . .	52
2.23	Cathy . . . . .	54
2.24	Évolution de l'Empire mongol . . . . .	56
2.25	La grande guerre. . . . .	58
2.26	Carte de l'Empire romain et de la République romaine . . . . .	60
2.27	Paris en 6 jours . . . . .	64
2.28	Île . . . . .	66
2.29	titre . . . . .	68
2.30	Carte thermique sur le prix des loyers parisiens . . . . .	70
2.31	Manhattan en 3D . . . . .	72
2.32	Restaurants d'une zone de la Chaux-de-Fonds . . . . .	74
2.33	Carte des funiculaires de Suisse . . . . .	76
2.34	Carte des loisirs . . . . .	78
2.35	Films en Suisse . . . . .	80
2.36	La Chaux-de-Fonds dans l'avenir . . . . .	82
<b>3</b>	<b>Développements</b>	<b>85</b>
3.1	Investissement . . . . .	85
3.2	Connaissances . . . . .	86
3.2.1	Cartographiques . . . . .	87
3.2.2	Informatiques . . . . .	87
<b>4</b>	<b>Conclusion</b>	<b>91</b>

4.1	Évolution	91
4.2	Conclusion	92
<b>A</b>	<b>Leaflet</b>	<b>93</b>
A.1	Structure	94
A.2	Marqueurs	95
A.2.1	Lignes	96
A.2.2	Rectangles	97
A.2.3	Cercles	97
A.2.4	Rectangles SVG	98
A.3	Pollutions	98
A.3.1	Échelle	99
A.3.2	Fond de carte	99
A.3.3	Forme	99
A.3.4	Mouvement	103
A.3.5	Informations	105
A.3.6	Grands cercles	106
A.4	Conclusion	107
<b>B</b>	<b>Xia et Map Wrapper</b>	<b>109</b>
B.1	Xia	109
B.1.1	Installation	110
B.1.2	Utilisation	110
B.1.3	Techniquement	111
B.2	Map Wrapper	114
<b>C</b>	<b>La projection de Mercator</b>	<b>117</b>
C.1	Équirectangulaire	117
C.2	Mercator	118
C.2.1	Loxodromie	118
C.2.2	Mathématiquement	119
C.3	Indicatrice	121
	<b>Bibliographie</b>	<b>123</b>
	Livres	123

*TABLE DES MATIÈRES*

*TABLE DES MATIÈRES*

[Ressources en ligne](#) . . . . . 123



# Liste des figures

2.1	Évolution du nombre de bâtiments dans le canton de Neuchâtel. . .	9
2.2	Ciel, mes constellations! . . . . .	11
2.3	Carte de Ganymède. . . . .	13
2.4	Les merveilles de la Chaux-de-Fonds. <a href="https://umap.openstreetmap.fr/fr/map/cdf-sous-un-nouveau-jour_828594#14/47.1016/6.8283">https://umap.openstreetmap.fr/fr/map/cdf-sous-un-nouveau-jour_828594#14/47.1016/6.8283</a> . . . . .	15
2.5	Tendances politiques des leaders du monde. . . . .	17
2.6	Un Ying - Yang cartographique . . . . .	19
2.7	Ménihirs de Bretagne. <a href="https://umap.openstreetmap.fr/fr/map/menhirs-de-bretagne_831557#8/48.329/-1.467">https://umap.openstreetmap.fr/fr/map/menhirs-de-bretagne_831557#8/48.329/-1.467</a> . . . . .	21
2.8	Carte corporelle . . . . .	23
2.9	De la Pangée à nos jours. . . . .	25
2.10	Un parc d'attraction imaginaire. . . . .	27
2.11	Carte des pollutions océaniques. <a href="http://u.osmfr.org/m/888913/">http://u.osmfr.org/m/888913/</a> . . . . .	29
2.12	Carte, logiciel et vidéo . . . . .	31
2.13	Comédies musicales mondiales. <a href="https://umap.openstreetmap.fr/fr/map/les-comedies-musicales_892510#2/36.7/29.5">https://umap.openstreetmap.fr/fr/map/les-comedies-musicales_892510#2/36.7/29.5</a> . . . . .	33
2.14	Un orchestre cartographié. . . . .	35
2.15	Voyage au Tadjikistan. <a href="https://umap.openstreetmap.fr/fr/map/projet-tadji_881939#7/38.947/433.828">https://umap.openstreetmap.fr/fr/map/projet-tadji_881939#7/38.947/433.828</a> . . . . .	37
2.16	Les différents niveaux de vie. . . . .	39
2.17	Une maison de rêve. <a href="https://home.by.me/fr/project/meike.vanewijk-2081/maison-de-reve">https://home.by.me/fr/project/meike.vanewijk-2081/maison-de-reve</a> . . . . .	41
2.18	La page d'accueil du site. . . . .	45
2.19	Légende . . . . .	47
2.20	La légende de Korawo. . . . .	49

2.21	Les cantons suisses. . . . .	51
2.22	Un fantastique lycée. . . . .	53
2.23	Carte des relations amoureuses aka cathy . . . . .	55
2.24	Histoire des frontières de l'Empire Mongol. . . . .	57
2.25	La grande guerre . . . . .	59
2.26	Carte principale . . . . .	61
2.27	Évolution . . . . .	62
2.28	Suite de l'évolution . . . . .	63
2.29	Tour de Paris <a href="https://umap.openstreetmap.fr/fr/map/plan-paris_1033934#13/48.8666/2.3416">https://umap.openstreetmap.fr/fr/map/plan-paris_1033934#13/48.8666/2.3416</a> . . . . .	65
2.30	Île imaginaire . . . . .	67
2.31	Le bois du petit château. <a href="https://umap.openstreetmap.fr/fr/map/boit-du-ptit_1069005#19/47.10574/6.82227">https://umap.openstreetmap.fr/fr/map/boit-du-ptit_1069005#19/47.10574/6.82227</a> . . . . .	69
2.32	Prix par arrondissement . . . . .	71
2.33	Blender — OSM . . . . .	73
2.34	La carte <a href="https://umap.openstreetmap.fr/fr/map/carte-restaurant-la-chaux-de-fonds_1027530#16/47.1006/6.8291">https://umap.openstreetmap.fr/fr/map/carte-restaurant-la-chaux-de-fonds_1027530#16/47.1006/6.8291</a> . . . . .	75
2.35	Les funiculaires suisses . . . . .	77
2.36	Carte des loisirs <a href="https://umap.openstreetmap.fr/fr/map/carte-des-loisirs_1056195#14/47.0990/6.8223">https://umap.openstreetmap.fr/fr/map/carte-des-loisirs_1056195#14/47.0990/6.8223</a> . . . . .	79
2.37	Films réalisés en Suisse . . . . .	81
2.38	La Chaux-de-Fonds imaginaire . . . . .	83
3.1	Une légende à l'ouverture du site . . . . .	87
A.1	Projection de Merkator . . . . .	97
A.2	La carte statique des gyres océaniques. . . . .	101
A.3	Une légende . . . . .	106
A.4	De très grands cercles corrects en projection de Mercator. . . . .	108
B.1	À l'ouverture du site . . . . .	110
B.2	Mise en évidence d'une zone au survol de la souris. . . . .	110
B.3	Le polygone du labyrinthe. . . . .	111
B.4	Une des îles sous l'image. . . . .	111
B.5	Les formes utilisées. . . . .	112

B.6	Les formes utilisées. . . . .	112
B.7	Les formes utilisées. . . . .	113
B.8	Transformation d'une image en carte. . . . .	114
B.9	Positionnement de l'image sur la carte. . . . .	115
B.10	Le résultat prévisualisé. . . . .	115
B.11	Exportation sous différentes formes. . . . .	115
B.12	Utilisation de la carte de Map Wrapper dans Umap. . . . .	116
C.1	Projection équirectangulaire (Wikimedia commons). . . . .	118
C.2	Indicatrice de la transformation équirectangulaire (Wikimedia commons). . . . .	118
C.3	Une loxodrome (Wikimedia commons) . . . . .	119
C.4	Loxo et ortho-dromie (Wikimedia commons) . . . . .	119
C.5	Grandeurs de la projection de Mercator. . . . .	120
C.6	Indicatrice de la transformation de mercator (Wikimedia commons). . . . .	121



# Liste des codes sources

A.1	La partie HTML5 de la carte. . . . .	94
A.2	La feuille de style de la carte. . . . .	95
A.3	Le javascript de la carte avec ses deux fonds. . . . .	95
A.4	Lignes de latitude et marqueurs texte. . . . .	96
A.5	Les rectangles en latitude-longitude. . . . .	97
A.6	Les rectangles en latitude-longitude. . . . .	98
A.7	La gyre Pacifique Sud. . . . .	100
A.8	Le marqueur de l’océan indien. . . . .	100
A.9	L’ellipse de l’océan indien. . . . .	102
A.10	La gyre de l’Atlantique Sud. . . . .	102
A.11	La gyre Pacifique Nord. . . . .	104
A.12	La gyre de l’Atlantique Nord. . . . .	104
A.13	Une légende. . . . .	105
A.14	Importation du module <code>greatCircle</code> . . . . .	107
A.15	Une légende. . . . .	107



# Introduction

Le propos du présent document est de rendre compte des travaux en « Cartographie et informatique » réalisés pendant plusieurs années au cours éponyme du lycée Blaise-Cendrars.

Nous étions deux enseignants, l'un géographe et l'autre informaticien, tous deux passionnés de cartographie. En proposant ce cours, essentiellement faits de projets réalisés par des élèves en groupes de deux, l'idée était de faire comprendre ce qu'est une carte à travers sa réalisation pratique.

Plusieurs ouvrages théoriques nous ont menés sur cette voie. Il s'agit de :

Cartographie radicale [16] , un ouvrage fondamental très bien illustré, courageux dans son propos sur l'engagement des cartes par opposition à leur prétendue neutralité scientifique et d'une clarté lumineuse à tout propos.

Ceci n'est pas un atlas [15] , un ouvrage atypique engageant des groupes de cartographes de tout type dans un mouvement de contre-cartographie comme outil

d'information et de luttes sociales. Cet ouvrage contient un « Petit manuel de cartographie collective et critique » permettant une initiation à la contre-cartographie particulièrement pertinente.

Opérations cartographiques [6] , un ouvrage portant sur la création de cartes au sens général du terme, puisque la problématique de la construction de cartes de parcours y est abordée.

Ces ouvrages ont déterminés nos choix d'une cartographie dont le formalisme aurait pu limiter les élans, d'une cartographie où « tout est cartographie » du moment que l'espace est dans l'image. La liberté était donc de mise tant au niveau du sujet que des outils. Cependant, cet atelier étant orienté informatique, évidemment que les outils de productions se sont finalement situés dans le registre informatique.

## 1.1 Dotation horaire

Chaque atelier a duré la moitié d'une année scolaire, soit environ dix-neuf semaines, à raison d'une heure et demie par semaine, c'est-à-dire environ 29 heures. Sur ces heures, une heure et demie a été consacrée à une introduction générale, une autre heure et demie à une introduction à la cartographie et une dernière heure et demie à une introduction aux logiciels de cartographie. Finalement, trois heures ont été consacrées à une présentation orale de chaque travail et une heure et demi à la conclusion de l'atelier. On peut donc considérer que les travaux ont été réalisés en une vingtaine d'heures au maximum.

## 1.2 Cartographie

Cette introduction a été donnée par l'enseignant en géographie. L'objectif était de présenter l'intérêt que les élèves pouvaient porter à la cartographie, plutôt que les techniques cartographiques. Ainsi, ce fut plus une présentation de différents types de cartes, plutôt qu'un cours de bonnes pratiques.

## 1.3 Logiciels de cartographie

Cette introduction a été donnée par l'enseignant en informatique.

Une priorité aux logiciels libres a permis de montrer qu'aujourd'hui ces logiciels sont de meilleure qualité que

leurs homologues propriétaires, qu'ils couvrent tous les domaines de la cartographie et qu'ils permettent une meilleure compatibilité en terme de formats d'exports et sont généralement bien plus multi-plateforme. Cependant, le choix du logiciel restait celui des élèves.

Plusieurs logiciels tant généralistes que dédiés à la cartographie ont été présentés sans entrer dans les détails de leur présentation. Il s'agit de :

**Gimp** pour la manipulation des rasters (png, tiff, ...). La différence entre logiciels de manipulation de fichiers bitmap (composé de pixels) et de fichiers vectoriels (construits mathématiquement) a été présentée à cette occasion.

**Inkscape** pour la manipulation d'images vectorielles (svg).

**OpenStreetMap/Umap** pour les possibilités de cartographie directement sur OpenStreetMap ou pour des cartes personnalisées avec Umap.

**Qgis** pour une découverte d'un logiciel fortement dédié à la cartographie.

La présentation de ces logiciels a été si rapide qu'on pourrait presque parler d'évocation. L'idée était de laisser les élèves découvrir par eux-mêmes ces logiciels après un choix déterminé par leur projet et en discutant avec l'enseignant d'informatique.



## **1.4 Critique**

On trouvera au chapitre 3, une rapide présentation des problèmes rencontrés au cours de la construction des cartes, une critique générale des prémisses présentés ci-dessus et une analyse de ce que l'ensemble des travaux peut nous dire quant aux regards portés par les étudiants sur le monde.



## Les cartes

À partir de la page suivante se trouvent présentées les cartes réalisées par les élèves et en regard ce qu'ils en ont essentiellement dit.

Il faut relever la variété des thèmes abordés et des techniques choisies. Celle-ci est à l'origine de la réunion de tous ces travaux dans le présent ouvrage. Évidemment, les ouvrages de cartographie radicale [16] et de cartographie comme outil de luttes [15] y sont aussi pour beaucoup.

Si les cartes sont l'élément essentiel de cette présentation, il faut souligner que plusieurs d'entre elles n'ont pas été livrées sous la forme sous laquelle elles figurent ici. En effet, il était impossible de faire figurer des vidéos, des cartes interactives zoomables, cliquables ou des constructions 3D pleinement accessibles uniquement dans le mouvement. Les images qui en ont été tirées sont présentes pour permettre de s'imaginer ces travaux et éventuellement de se rendre sur la carte interactive via un lien. Mais parfois, ce ne fut pas possible en raison des logiciels utilisés.

Les travaux présentés peuvent aussi parfois paraître de mauvaise qualité, tant du point de vue de leur rendu que de celui de l'information qui y figure. Ils sont cependant le reflet des connaissances des étudiants dont l'intérêt pour différents aspects du travail de cartographe, mais aussi de celui d'informaticien, était très divers.

L'objectif du cours étant en premier lieu de leur permettre de découvrir le monde de la cartographie en s'en emparant à travers des problématiques qui leur étaient propres, quelques commentaires ont parfois été ajoutés non pour souligner ces limites, mais pour avertir que d'autres pistes et d'autres solutions existent.

Si nous avons pu mettre en valeur les propos mêmes des étudiants au sujet de leur travail, c'est qu'ils ont dû nous faire un compte rendu écrit de celui-ci à partir duquel nous avons tiré les textes présentés. Mais ceux-ci ne constituent parfois qu'une petite part du compte rendu, en particulier en ce qui concerne les références présentées et le choix des ex-

traits de leurs textes fut le nôtre pas le leur. Nous conservons cependant l'ensemble des travaux originaux et, pour autant qu'ils nous aient été remis sous une forme fonctionnelle, en présentons souvent l'aspect multimédia.

Enfin, il faut mentionner que l'ensemble des travaux réalisés l'a été avec des logiciels libres (Qgis, Umap, OpenStreetMap, Leaflet, Xia, Map Wraper, Gimp, Inkscape, Synfig, ...), à une exception près avec l'utilisation de PowerPoint qui posa des difficultés liées à son coût et absence sur certaines plateformes, comme Linux. Car, même si LibreOffice parvient aujourd'hui à de très bon résultats à l'ouverture des ppt, l'utilisation d'un format créé par un logiciel aussi propriétaire que PowerPoint, pose encore des problèmes.

C'est la raison pour laquelle seuls des logiciels libres furent présentés et qu'il fut précisé que chacun devait pouvoir voir et utiliser les cartes réalisées sans devoir acheter de logiciels particuliers.

**Première partie**  
**Année 2022 - 2023**

## 2.1 Urbanisation neuchâteloise

### Maëlle et Charlotte

« [...] nous avons finalement opté pour « L'évolution de l'urbanisation dans le canton de Neuchâtel, de 1970 à aujourd'hui ». Ce sujet mêlant géographie, histoire et économie nous plaît beaucoup car, comme ce ne sont pas des données auxquelles nous avons accès, nous avons tout un travail de recherches à effectuer qui nous permettra d'en savoir plus sur notre canton. Nous souhaitions également que notre projet aboutisse à une carte totalement inédite.

Notre carte animée montre, à l'aide de couleurs choisies grâce à un barième créé spécialement à cet effet, le **nombre de bâtiments par hectare** de certaines communes du canton de Neuchâtel en 1970, puis en 2020. »

« Nous avons utilisé plusieurs logiciels et sites pour obtenir notre carte animée. Pour le dessin de la carte nous avons utilisé le logiciel de dessin vectoriel Inkscape car c'est celui

que nous savions le mieux utiliser et le plus propice à une base de carte si l'on voulait la voir en plusieurs tailles sans perdre sa qualité d'image.

Pour l'animation nous avons utilisé Synfig, c'est un des seuls logiciels que l'on connaissait et que nous avions déjà utilisé. [...]

Le site qui a été indispensable pour faire les mesures et analyses dont nous avons besoin pour notre carte est map geo admin. Une plateforme de géo-information concernant le territoire suisse mise en place par la Confédération. »

Le travail était complexe non seulement en raison de la recherche et de l'exploitation des données, mais aussi par la diversité des problèmes informatiques qui ont mené au résultat.

« Nous sommes donc parties vers une animation faite à partir de deux cartes, une de 1860 et l'autre actuelle.

Un autre problème est alors apparu :

Le site sur lequel nous avons pris les informations dont nous avions besoin pour notre projet propose un outil qui nous permet de mesurer les distances et périmètres d'un terrain choisi. Cet outil mesure les surfaces par rapport à une carte actuelle, mais la carte de 1860 sur laquelle nous voulions nous baser étant assez ancienne elle ne représentait pas avec précision les surfaces construites. Les dessins des bâtiments sur la carte de 1860 étaient beaucoup plus grands que ceux sur la carte actuelle. Les portions n'étant pas les mêmes cela posait un problème. »

« nous sommes rendues compte que le tracé de la carte n'était pas fait de manière à ce que nous puissions animer chaque case. »

Finalement, l'animation fonctionne et le temps à disposition permet de visualiser l'évolution de plusieurs communes ...

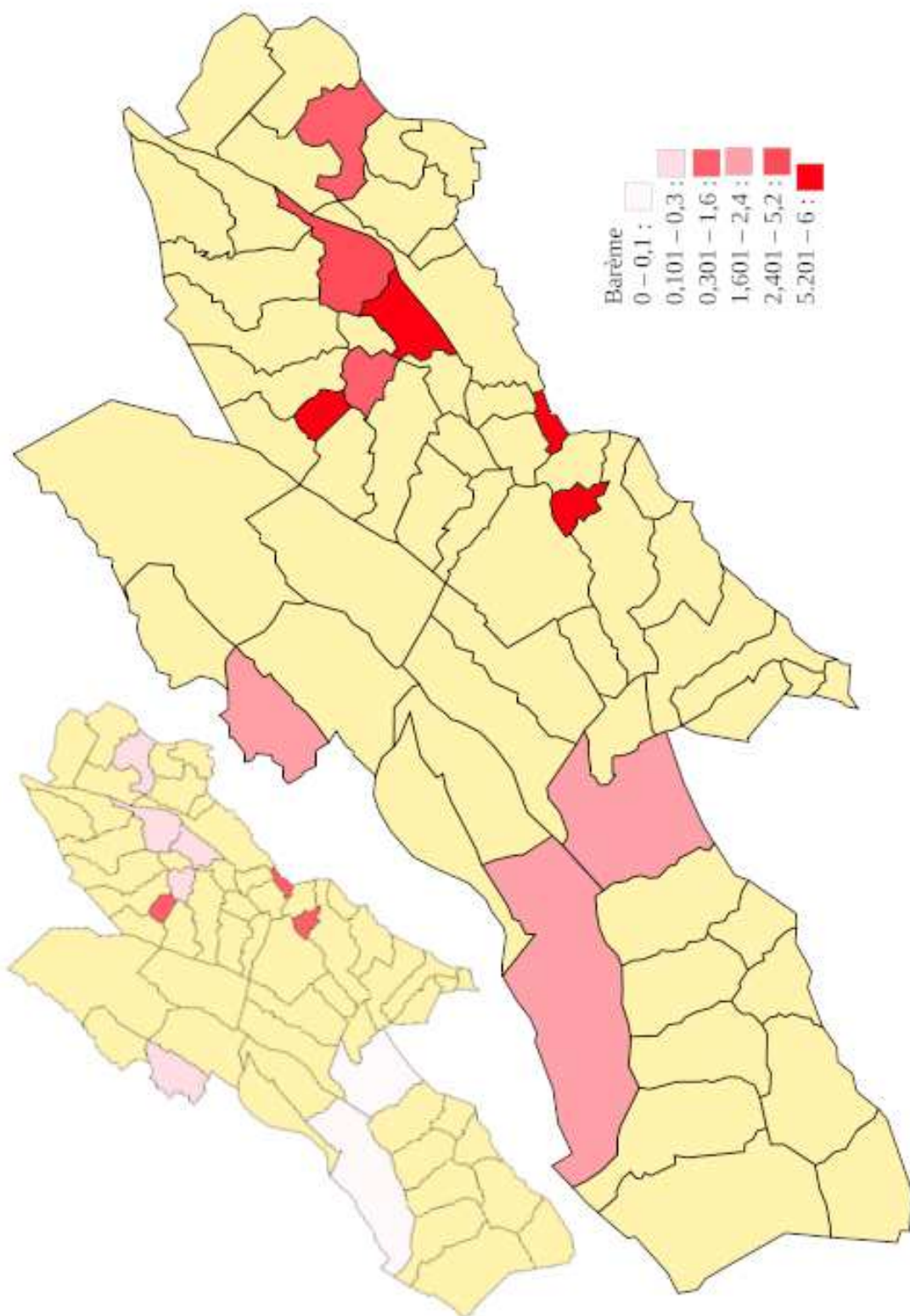


FIGURE 2.1 – Évolution du nombre de bâtiments dans le canton de Neuchâtel.

## 2.2 Cartonomique

### Mathis et Chiara

« Dans l'idée de ne pas créer une carte conventionnelle, nous avons assez vite pensé à l'astronomie, et décidé de se lancer dans la création d'une carte de constellations illustrées.

... nous nous sommes d'abord renseignés sur les possibilités de cartes astronomiques qui s'offraient à nous, en sachant que la création complète d'une carte, avec la position de chaque étoile, serait un travail beaucoup trop ambitieux. En s'inspirant de cartes mythologiquement imagées des constellations du 17ème siècle, nous avons finalement choisi de prendre une carte astronomique existante, de la simplifier pour garder uniquement les constellations qui nous

intéressaient, et ensuite d'y reporter des dessins. »

« En nous renseignant sur les constellations que nous avions représentées, nous avons eu l'idée de rendre notre projet plus interactif, et d'y ajouter une simple animation, qui permettait d'en apprendre plus sur l'histoire de ces constellations. Pour ce faire, nous avons décidé d'utiliser le programme Scratch, qui nous a permis d'animer la carte avec des informations. »

---

Le logiciel libre *Skychart* a été utilisé pour récupérer une carte svg du ciel. Puis, « nous avons découvert que

le programme GIMP, qui permet la manipulation d'images, possédait une fonction de sélection de couleur, pour pouvoir ensuite la passer vers un canal alpha, qui rend la couleur choisie transparente. Avec nos dessins ainsi formatés, nous avons pu les importer sur le document Inkscape contenant le bout de carte Sky chart et les placer sur leur constellation respective tout en ayant la forme de ces dernières en fond. »

Importer la carte comme fond du programme permettant de faire apparaître des bulles interactives ne fut pas simple. Mais le plus informatif était là.





## 2.3 Ganymède

### Kaïla et Lou

« D'un point de vue géographique notre carte comporte un sens caché ... peut-être les adeptes d'astrologie remarqueront-ils cette subtilité? Effectivement, elle renferme en son sein la constellation du Verseau, signe d'eau, d'où notre idée d'îles entourées d'une mer infinie.

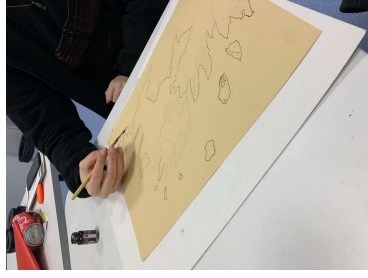
Pour justifier ce choix nous allons être honnêtes, cherchant l'inspiration nous sommes tombées dans les tréfonds d'internet ; les étoiles.

Comparant les constellations des différents signes du zodiaque nous avons été profondément touchées par l'ésotérisme de celle-ci. Trouvant l'aspect de constellation intéressant pour son lien avec la mythologie et en particulier la géographie céleste cela nous a confortées dans notre choix. »

---

« Nous nous sommes alors munies,

dans un premier temps, d'une feuille cartonnée A3 beige, d'une plume et d'encre noire. Nous avons d'abord esquissé les contours des îles au crayon papier, puis nous avons repassé soigneusement chaque trait à l'encre. »

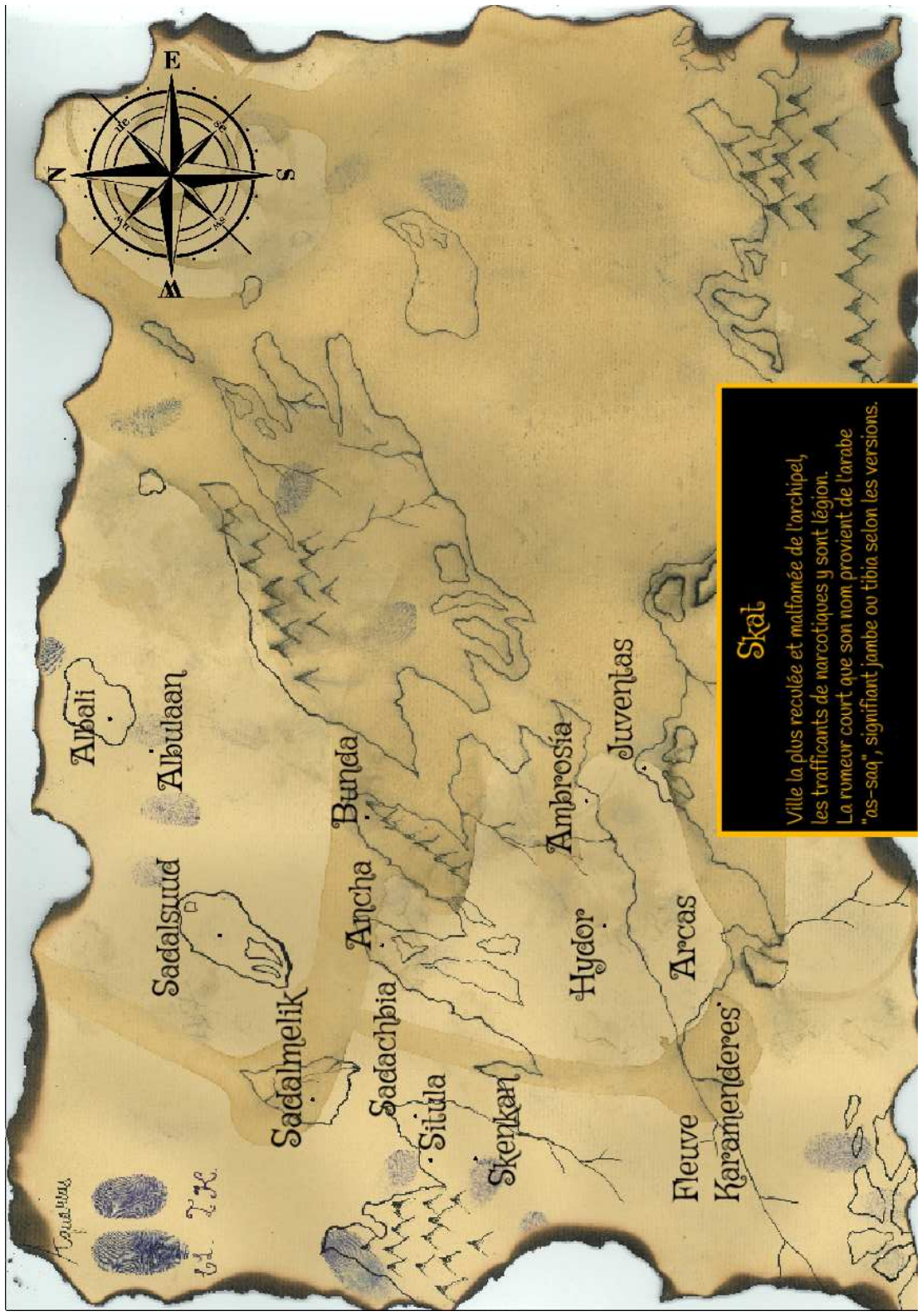


« nous avons, dans un second temps, utilisé un encreur bleu afin d'inscrire nos empreintes digitales de part et d'autre. Encrage de la carte de la carte, comme si celle-ci était passée

entre les mains de nombreuses générations. Nous avons ensuite versé du café dessus et l'avons marqué des empreintes de la tasse. Finalement, notre touche finale a été de brûler les bords du papier à l'aide d'un briquet allume bougie. Et voilà, notre carte, seulement vieille de quelques semaines, paraissait renfermer les secrets de plusieurs cartographes ayant visité l'archipel de Ganymède au fil des siècles. »



Le rendu final est une carte interactive fournie sur Scratch avec des « bulles noires » d'informations.



**Skat**  
 Ville la plus reculée et mal famée de l'archipel,  
 les trafiquants de narcotiques y sont légion.  
 La rumeur court que son nom provient de l'arabe  
 "as-saq", signifiant jambe ou tibia selon les versions.

FIGURE 2.3 – Carte de Ganymède.

## 2.4 Merveilles de La Chaux-de-Fonds

### Margaux et Shanel

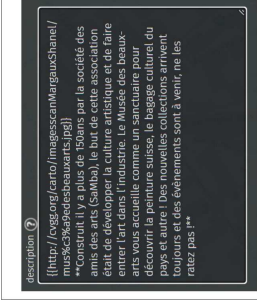
« Étant toutes deux des étudiantes au lycée Blaise-Cendrars, il va de soi que la ville que nous fréquentons et connaissons le mieux est La Chaux-de-Fonds. Dans le cadre d'un projet d'informatique, nous avons décidé de la mettre à la lumière en référençant ses meilleurs points d'intérêt de notre point de vue d'étudiantes. Voilà pourquoi la carte que nous avons décidé de créer s'intitule; « Best places in CDF » »

« Nous avons sélectionné vingt endroits pour lesquels nous avons dessiné une icône chacun que nous avons intégré à la carte par la suite, ce qui fut la tache la plus complexe de ce travail. Nous voulions donner un côté créatif et plus diversifiant à notre projet, ces créations nous aurons pris environ deux semaines à achever, toutes étant inspirées d'images trouvées sur internet. Dans cette même optique nous avons rédigé, sur le même document LibreOffice que celui précédemment cité, un texte pour chaque point d'in-

térêt que nous avons intégré à notre carte, pour lui donner un côté ludique. »

« La spécialité [d'Umap] est qu'il est libre de droit, et que par conséquent il permet à n'importe quel utilisateur de créer et modifier des cartes de la façon désirée. »

« U-map nous aura servi de base pour notre projet, nous avons sélectionné une carte déjà cartographiée de la Chaux-de-Fonds pour pouvoir la retravailler à notre guise, ce qui nous aura permis de découvrir de nombreuses fonctionnalités du site. La première étape fut de positionner tous nos points d'intérêt qui avaient d'abord une apparence simpliste. »



Un café chaud dans la soirée, voilà sans la moindre hésitation, l'endroit idéal pour se retrouver. Le Musée des Beaux-Arts vous accueille comme un sanctuaire pour découvrir la peinture suisse, le bagage culturel du pays et de l'étranger. Les expositions, conférences, ateliers et des événements sont à venir, ne les ratez pas !\*\*

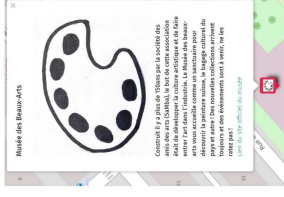
Boite du musée des Beaux-Arts

Aperçu du rendu sur la carte

« Continuant d'ajouter de petits détails qui donnent son originalité à notre carte, nous avons décidé d'ajouter quelques liens pour certains endroits afin de pouvoir être directement redirigé vers un site officiel comme par exemple le Musée des Beaux-Arts. Nous n'avons pas pu faire ça pour chaque endroit évidemment, car certains ne possèdent pas de sites conçus à leur effigie. »



Aperçu de nos icônes



Aperçu des textes avec les liens

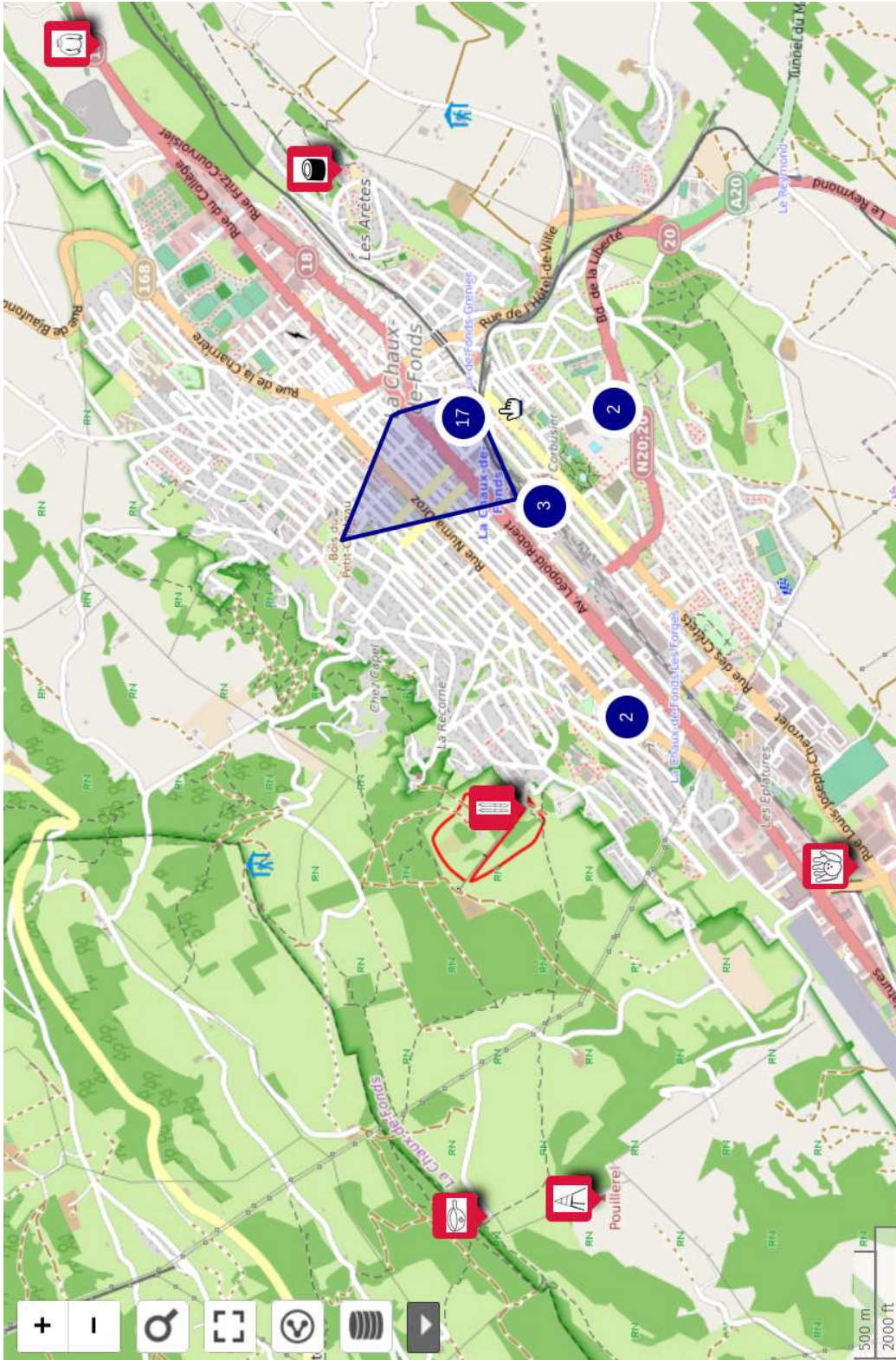


FIGURE 2.4 – Les merveilles de la Chaux-de-Fonds.  
[https://umap.openstreetmap.fr/fr/map/cdf-sous-un-nouveau-jour\\_828594#14/47.1016/6.8283](https://umap.openstreetmap.fr/fr/map/cdf-sous-un-nouveau-jour_828594#14/47.1016/6.8283)

## 2.5 Orientations politiques

### Noah et Mattia

« Pour ce projet, nous avons choisi de créer une carte géopolitique du monde montrant les orientations politiques actuelles des leaders des pays. »

<input checked="" type="checkbox"/>	0,000000 - 1,100000	0-1	Pas de données
<input checked="" type="checkbox"/>	1,100000 - 2,000000	1-2	Extrême gauche
<input checked="" type="checkbox"/>	2,000000 - 3,000000	2-3	Gauche communiste
<input checked="" type="checkbox"/>	3,000000 - 4,000000	3-4	Gauche modérée
<input checked="" type="checkbox"/>	5,000000 - 6,000000	5-6	Centre gauche
<input checked="" type="checkbox"/>	6,000000 - 7,000000	6-7	Centre
<input checked="" type="checkbox"/>	7,000000 - 8,000000	7-8	Centre droit
<input checked="" type="checkbox"/>	8,000000 - 9,000000	8-9	Droite modérée
<input checked="" type="checkbox"/>	9,000000 - 10,000000	9-10	Extrême droit
<input checked="" type="checkbox"/>	10,000000 - 11,000000	10-11	Dictature
<input checked="" type="checkbox"/>	11,000000 - 12,000000	11-12	Monarchie avec pouvoirs symboliques
<input checked="" type="checkbox"/>	12,000000 - 129,000000	12-13	Monarchie avec pouvoirs réels

« On peut remarquer que beaucoup de dictatures sont présentes en Asie centrale. Nous pouvons remarquer que les dictatures gardent leur pouvoir grâce à différentes manières, la plupart malhonnêtes et pas éthiques.

Premièrement, internet est éteint durant les protestations, élections ou conflits dans ces pays, pour empêcher le peuple de se révolter, ce qui est une atteinte à la liberté d'expression, un des droits fondamentaux humains. En général, la censure est beaucoup utilisée par les dictateurs dans ces pays. Elle peut se manifester à travers des lois surtout, mais aussi à l'aide de l'intimidation ou menace. La propagande est aussi utilisée par l'état, pour inciter la désinformation. Finalement, la surveillance de masse est aussi utilisée, en Chine par exemple, pour contrôler les citoyens et punir les potentiels opposants au régime. »

Essentiellement, le logiciel QGIS a été utilisé pour récupérer les frontières des pays.

« Nous avons aussi utilisé le site NaturalEarthdata.com, permettant d'obtenir une carte sous forme shp, à différentes échelles, dans notre cas nous avons choisi l'échelle la plus vaste, la moins précise. »

Aussi, un autre problème que nous avons rencontré était que les bordures des pays étaient affichées de couleurs différentes que ceux-ci, ce qui n'était pas esthétique, voir image ci-dessus. Le problème venait du fait que les bordures étaient réglées sur un remplissage dégradé. Nous avons résolu ce problème avec succès, en mettant un remplissage de type normal. »



## 2.6 Panomatrix à l'Hôpital

### Robin et Leny

« Premièrement, nous avions choisi de faire une carte en forme de Yin Yang pour symboliser notre amitié car, selon nous, nos deux personnalités relativement bien différentes l'une de l'autre se complètent très bien. Nous avons très vite réalisé qu'il était possible de trouver une encore meilleure signification à cette forme. Certes, celle-ci va vous paraître bien moins sentimentale mais nous sommes tous fortement concernés par la situation dans laquelle nous vivons sur le plan écologique. Nous avons donc décidé de transmettre un message à travers notre carte. »

« En-dessus du village il y a un lac [...] Le fait que ce lac soit seul et en pleine santé surtout, au Nord-Est de la carte reflète pour nous à quel point la solitude peut parfois faire du bien,

cela peut permettre aux gens de se retrouver avec eux-mêmes, se recentrer sur leurs objectifs. »

« Passons maintenant au côté gauche de la carte, celui-ci est basé sur un thème moderne, il est majoritairement composé de bâtiments tous identiques ou très similaires, tous rassemblés dans un cadre bien droit, sérieux qui selon nous n'aide pas les gens à trouver une personnalité qui est la leur, une personnalité originale qui n'est pas forcément basée sur des critères que la société impose. »

« Finalement, nous avons décidé d'ajouter un pont qui relie les deux îles présentes sur notre carte pour montrer les similarités que nous pouvons relever entre le passé et les époques durant lesquelles nos ancêtres ont eu la chance de vivre et

la nôtre. Ce pont est la touche finale pour encore une fois renforcer notre avis et montrer que le passé que nous imaginons et qui nous est enseigné dans des représentations cinématographiques ou même dans le cadre de cours était plus appréciable que le monde dans lequel nous vivons actuellement. Ce pont se dégrade au fil du temps, plus il s'approche de l'île de la modernité plus il se casse. Le pont représente un fil chronologique, une ellipse qui joint le passé médiéval que nous avons imaginé et notre époque. »

---

« Nous avons fini par choisir de réaliser notre projet sur le logiciel Inkscape car celui-ci était le logiciel parfait pour ce que nous voulions faire [...] »



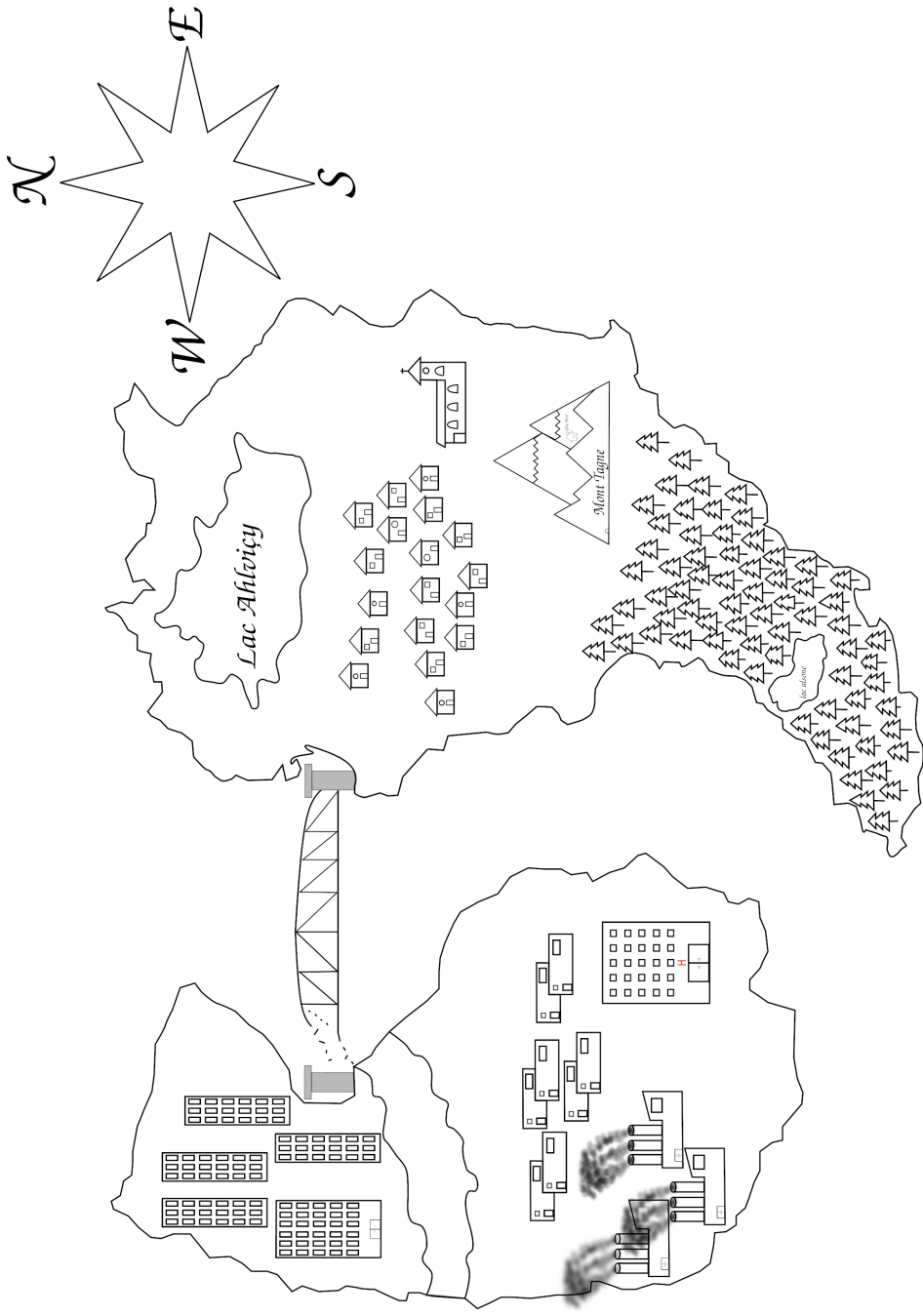


FIGURE 2.6 – Un Ying - Yang cartographique

## 2.7 Menhirs de Bretagne

### Louise et Hayden

« Premièrement, pour la réalisation de ce projet de cartographie libre dans le cadre de notre cours de DF Informatique, nous avons souhaité nous orienter vers la Bretagne, région de France que nous trouvons particulièrement magnifique et pour laquelle nous portons un grand intérêt. Nous hésitions entre deux options possibles : une carte de la Bretagne cartographiée de manière fantastique, dans l'idée d'une carte stylisée et artistique ou alors nous tourner vers un élément folklorique et marquant dans l'histoire de cette région : les menhirs. Après longue réflexion, nous avons opté pour la deuxième option en raison de l'histoire cachée derrière les menhirs que beaucoup de gens ignorent et également afin de pouvoir aider d'éventuels touristes à pou-

voir localiser et visiter ces menhirs. Il était aussi question d'avoir la possibilité d'en découvrir plus sur l'histoire de ces monuments mystiques via notre carte. »

---

« Nous avons tout d'abord tenté de localiser et cartographier nos menhirs avec deux logiciels de dessin : Inkscape et Krita. Sur ces logiciels, nous avons placé une carte vierge libre de droit tirée du Web sur laquelle nous avons essayé de placer des points représentant les menhirs le plus justement possible en nous référant à une carte déjà existante trouvée sur Internet. Les points étant placé à l'œil, le travail était laborieux à effectuer et d'une imprécision totale.

Par la suite, nous avons opté pour

l'utilisation du site Umap [...]. L'idée étant de créer une carte interactive et de classer des informations concernant chaque menhir, ce logiciel a été très efficace grâce à la précision dont nous avons pu faire preuve. Nous avons recherché ces monuments déjà cartographiés sur la carte, puis nous y avons rajouté des points nommant les menhirs ainsi que des informations historiques supplémentaires. La découverte de ce logiciel jusqu'alors jamais utilisé pour aucun de nos précédents travaux a été une expérience très enrichissante. Facile d'utilisation, et parfait pour la création de notre carte regroupant des informations, nous avons pu aisément faire coïncider ces dernières avec précision, ainsi qu'agréablement nos propos d'images et de liens extérieurs. »

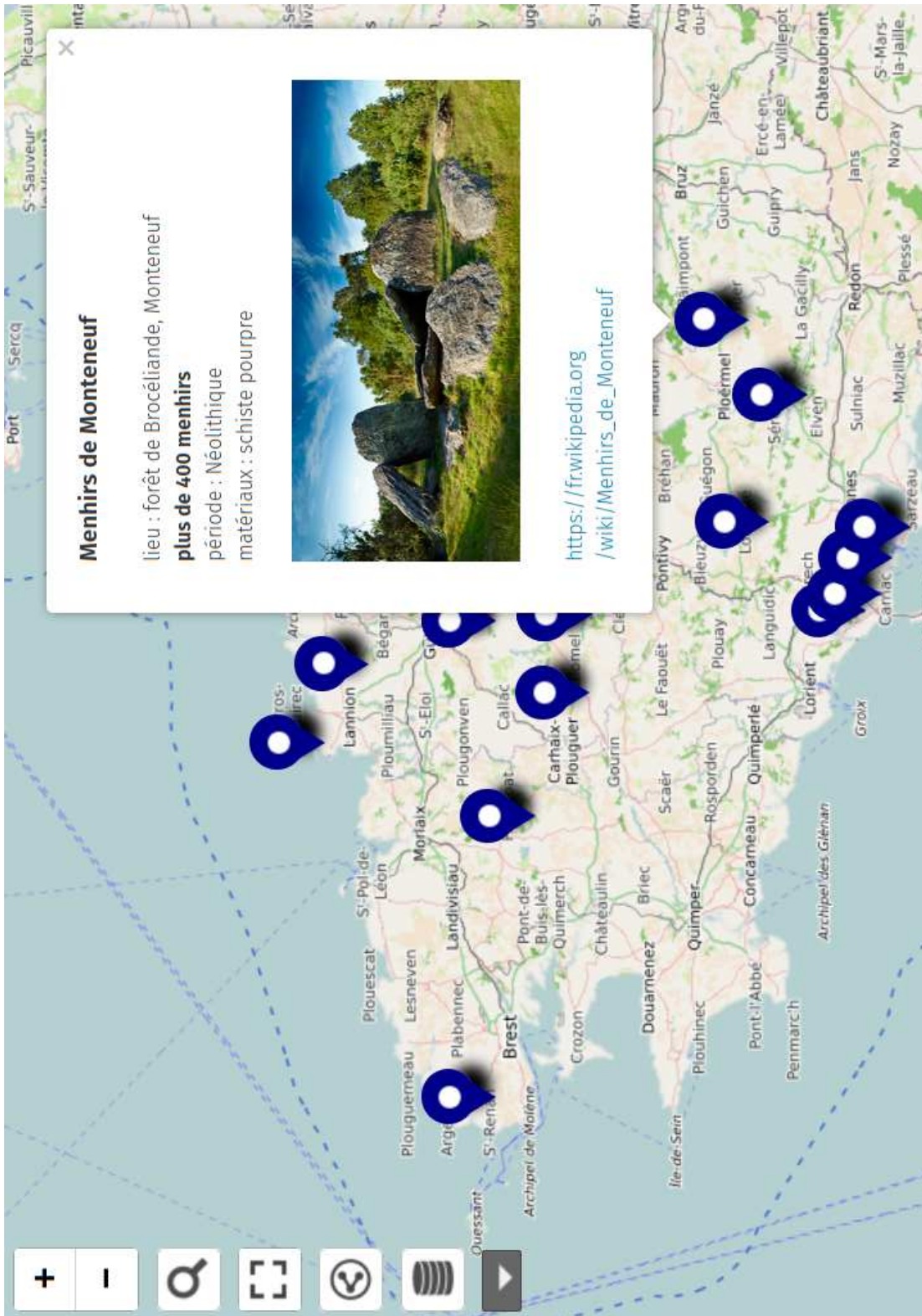


FIGURE 2.7 – Ménhirs de Bretagne.  
[https://umap.openstreetmap.fr/fr/map/menhirs-de-bretagne\\_831557#8/48.329/-1.467](https://umap.openstreetmap.fr/fr/map/menhirs-de-bretagne_831557#8/48.329/-1.467)

## 2.8 Le corps humain

### Zélie et Aurelia

« Pour ce faire, nous avons eu l'idée de représenter le corps humain et ses différents systèmes lui permettant son bon fonctionnement. Nous souhaitons réaliser une carte dynamique, une petite vidéo passant d'une carte à l'autre montrant les informations de façon ludique et dynamique. Notre présentation s'adresse principalement aux enfants. »

« Nous ne pensons pas avoir révolutionné le domaine de la cartographie, car ce genre d'animation se trouvent de plus en plus. En revanche, le fait d'utiliser ce programme dans le cadre de l'école pourrait influencer la vision que l'on peut avoir de l'association de la technologie, de la géographie et de l'art. L'expansion grandis-

sante de l'art digital pourrait grâce à des cartes comme la nôtre rejoindre les bancs des écoles en apportant une autre façon d'enseigner plus ludique. »

---

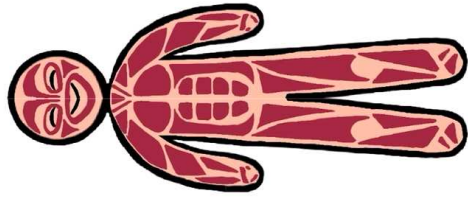
« Nous ne voulions pas faire qu'une seule carte, afin d'en créer plusieurs et de les animer, il nous fallait un programme simple à utiliser et accessible. La meilleure option pour la réalisation de notre idée était ce logiciel [Procreate] que l'une d'entre nous avait déjà téléchargé depuis longtemps. Nous avions alors quelques connaissances ainsi qu'un support apporté par le logiciel. »

« [...] l'étape suivante : la musculature. Nous avons dessiné des muscles

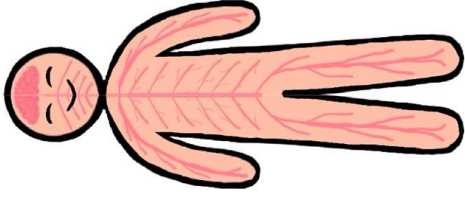
à l'intérieur de la silhouette de manière à ce qu'ils puissent se contracter, comme si notre personnage montrait sa force. Puis nous avons procédé de la même façon pour le reste des systèmes, en dessinant à chaque fois le système et en introduisant une petite animation pour montrer sa fonction. [...] Le dessin a aussi été un enjeu important, n'étant pas notre matière de prédilection, certains éléments formant l'anatomie de notre personnage, se sont avérés plus compliqués à réaliser surtout pour un minimum de réalisme dans l'articulation des actions et des mouvements. »

Le résultat est une animation présentant plusieurs cartes de l'intérieur du corps humain.

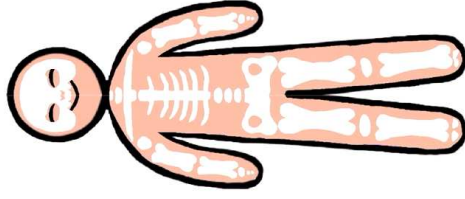
LE SYSTÈME MUSCULAIRE



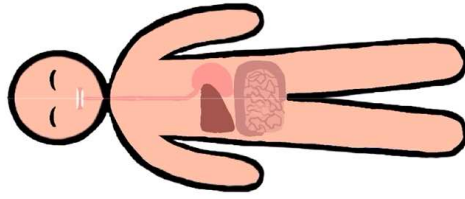
LE SYSTÈME NERVEUX



LE SQUELETTE



LE SYSTÈME DIGESTIF



LE SYSTÈME CARDIOVASCULAIRE

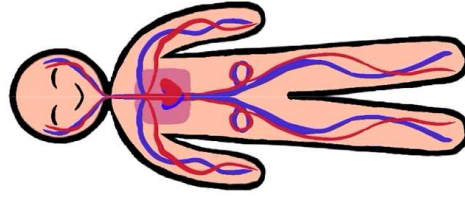


FIGURE 2.8 – Carte corporelle

## 2.9 De la Pangée à nos jours

### Olivia et Esteban

« Au bout d'une période, la Pangée nous est venue à l'esprit. Nous vous présentons donc une animation de la position des continents depuis la Pangée jusqu'à nos jours avec l'outil PowerPoint, sous forme de vidéo. »

« Nous avons cherché des cartes de la Pangée sur Wiki Commons, afin d'être sûrs que ces images étaient libres de droit. Nous avons tout de même vérifié sur des sites « plus scientifiques » que celle que nous avons sélectionnée ne montrait pas d'incohérences. Nous tenons à préciser qu'il existe beaucoup de cartes différentes

sur la Pangée car, par exemple, elles ne partent pas toutes depuis la même date et ne prennent pas toutes en compte l'Antarctique. »

« Nous avons utilisé la transition « morphose » et le logiciel s'occupait de fluidifier les déplacements des différentes formes. Nous avions juste à changer légèrement leurs positions et leurs formes à chaque nouvelle diapositive pour que le mouvement soit fluide. Au fur et à mesure des diapositives, les continents devaient de plus en plus ressembler à ceux que nous

connaissions aujourd'hui. »

« Ce travail nous a permis de développer nos compétences techniques et graphiques en PowerPoint. Nous sommes actuellement en mesure d'utiliser une collection d'outils plus large. De plus, nous avons appris que le temps nécessaire pour obtenir des animations complexes sur PowerPoint réussies est bien plus long que ce que l'on imaginait. »

Relevons que la qualité du rendu est liée à l'utilisation du logiciel propriétaire, payant et non multi-plateforme Power Point.

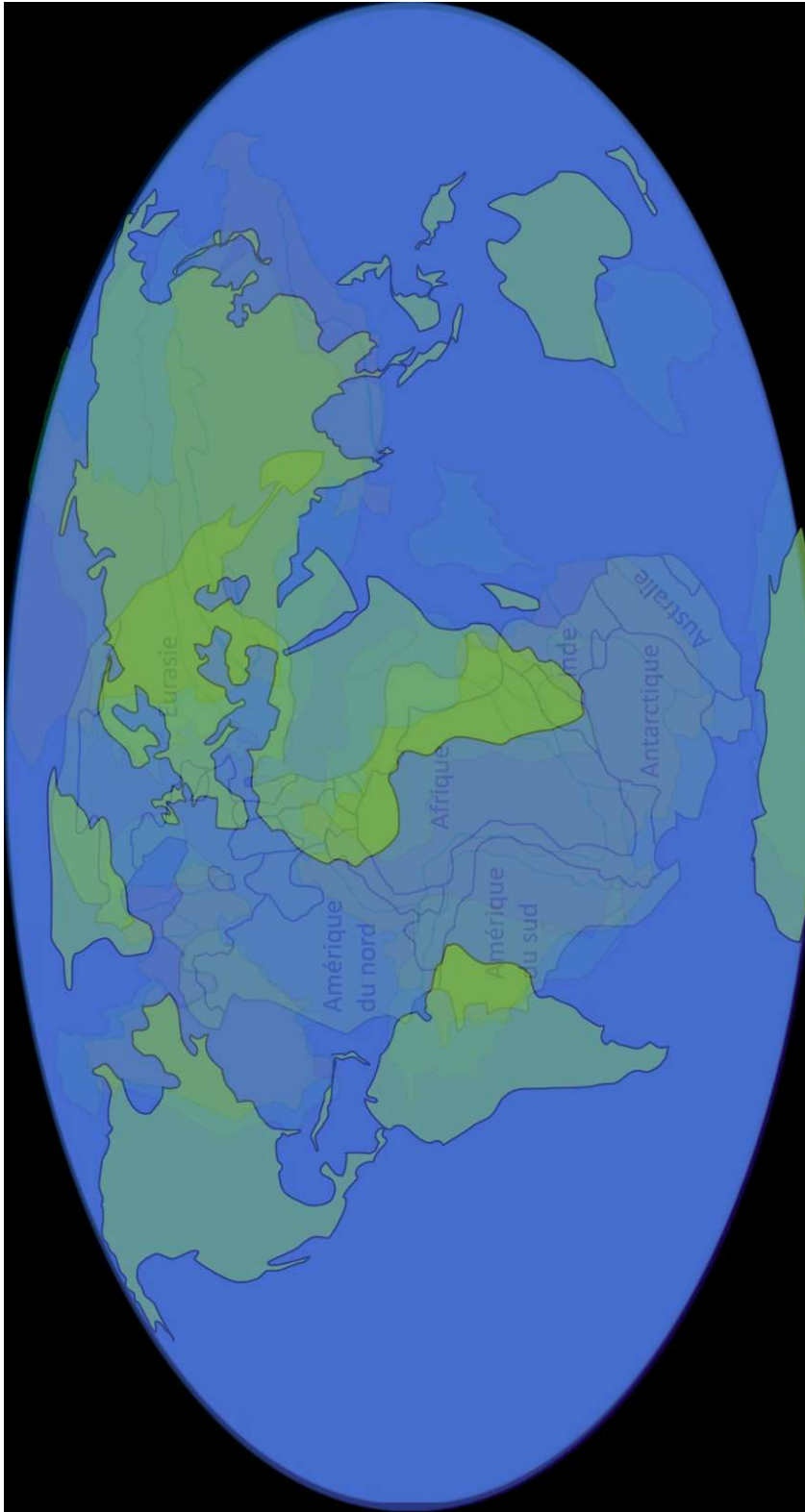


FIGURE 2.9 – De la Pangée à nos jours.

## 2.10 Parc d'attractions des rêves

### Jocelyne et Vincent

« Notre projet n'est pas vraiment de la cartographie puisqu'il s'agit d'un parc imaginaire. Une vraie carte doit se baser sur la réalité. »

« Notre idée est de concevoir, tels des architectes, un parc d'attractions imaginaire, fictionnel, "idéal", avec des attractions/manèges repris de différents parcs d'attractions existants (Europa-park, Disneyland...). La carte sera comme vue du ciel. Elle est conçue pour pouvoir être lue par des enfants, elle s'apparente au plan

qu'on donne aux visiteurs au début de la visite.

Le parc d'attractions se compose de deux "îles", deux zones, représentant différents "climats" : En bas se trouve une zone "basses terres".

Celle-ci, bien sûr boisée, sera également au bord de l'eau, mais le rivage sera aménagé tout différemment, plus dans l'idée d'un lac de montagne. La deuxième zone, en haut, sera une zone "montagne". Elle sera située un peu en altitude, on pourra y accéder par un téléphérique depuis l'autre zone. Les deux zones seront sé-

parées, on pourra se déplacer de l'une à l'autre par des sentiers pédestres, ou par différents moyens de transport : téléphérique, ascenseur. De nombreux espaces de restauration sont prévus dans chaque zone, de même que des espaces de détente, des bancs, etc. »

---

« Nous avons commencé par dessiner la carte à la main, au crayon de papier, sur des feuilles de papier format A3. Puis nous avons scanné la carte, afin de pouvoir ajouter des couleurs, la rendre plus visuelle, la retravailler, à l'aide du logiciel Sketchbook. »

« **Les cartes « si »** Pourtant la carte peut vouloir autre chose. Et pourquoi pas l'impossible ? Si elle se jouait de la réalité elle-même ? Là où les cartes imaginaires nous invitent à l'évasion, à la rêverie, au fantastique, certaines cartes fictionnelles proposent plutôt un monde souhaité, idéal, celui qu'on aimerait voir mis en œuvre. » [16, p. 116]





FIGURE 2.10 – Un parc d'attraction imaginaire.

## 2.11 Pollutions océaniques

### Mathilde et Hélène

« Notre projet consiste en la création d'une carte des océans indiquant la pollution plastique et pétrolière de ceux-ci. Nous avons créé une carte du monde interactive sur le site uMap qui précise diverses informations sur la pollution plastique et la pollution pétrolière, mais qui montre aussi les innovations et les projets permettant d'améliorer la situation.

La carte indique donc les 5 gyres de plastiques, c'est-à-dire des tourbillons d'eau où le plastique s'accumule, ainsi que différents navires pétroliers qui ont fait naufrage, pour la plupart entre 2022 et aujourd'hui. Elle présente également différents projets qui sont mis en œuvre pour nettoyer les océans. Lorsque l'on clique sur l'une des icônes, des informations, géné-

rales ou parfois plus précises, et différentes photos, s'affichent. Le but de cette carte est de sensibiliser, ou du moins informer les gens sur ce que représente réellement la pollution plastique et pétrolière, une problématique dont nous ne sommes pas les premières victimes ... »

droite (émoticône d'un crayon). Cette fonction nous a permis de placer sur la carte les emplacements des bateaux pétroliers, les projets de nettoyage des océans et les gyres. uMap permet ensuite de nommer les marqueurs, de changer leurs formes et leurs couleurs, ainsi que d'ajouter des descriptifs et photos pour les décrire.

Nous avons également utilisé la fonction « dessiner un polygone », qui nous a permis de délimiter les zones de gyres, ce qui était nécessaire vu leur grandeur. Malheureusement, créer des cercles sur uMap est une chose impossible. Nous avons dû nous résigner à utiliser la fonction « dessiner un polygone » et tracer nos cercles de façon très approximative, ce qui se remarque assez facilement. »

« uMap permet de choisir plusieurs fonds de carte du monde, notre choix s'est porté sur le fond « OSM Watercolor (Stamen) », car les océans sont représentés dans un bleu très voyant, mettant en valeur notre sujet.

Ensuite, après le choix du type de carte, nous avons utilisé la fonction « ajouter un marqueur », que l'on trouve en activant l'édition en haut à



FIGURE 2.11 – Carte des pollutions océaniques.  
<http://u.osmfr.org/m/888913/>

## 2.12 LBC cursus

### Maria Clara et Alessia

« En tant que lycéennes en plein milieu de notre cursus, nous avons récemment commencé à avoir un regard rétrospectif sur ces deux dernières années ainsi qu'un regard plus général sur l'ensemble de ce parcours. De ce fait, nous avons constaté, grâce à diverses discussions avec d'autres camarades du lycée, que certains moments marquent ce parcours plus que d'autres. Cette carte découle d'une envie de représenter ce chemin académique de façon réaliste et plus proche des élèves que des brochures d'informations, en démontrant non seulement des faits mais aussi des ressentis et des émotions présentes au long de ces années. »

« Pour ce faire, nous avons décidé de créer une carte regroupant les trois années grâce à un diagramme

de Venn, dans lequel chaque ellipse représente une année. Chaque ellipse, ayant une couleur différentes associée à l'année qu'elle représente. Ceci contribue à établir différents ensembles interannuels permettant de voir facilement ce qui appartient à quoi. Ensuite, nous avons recréé et filmer certains moments du cursus pour lesquels nous avons écrit une définition subjective, que l'on peut ouvrir au moyen de bulles interactives disposées selon les années sur la carte. »

« Tout d'abord, la première étape était de créer le diagramme de Venn. Pour ceci, nous avons utilisé le logiciel Inkscape, un logiciel vectoriel qui nous permet de concevoir des ellipses de la taille et de la couleur de

notre choix. Sur ce même diagramme nous avons placé les légendes, le tire ainsi que les bulles colorées. Ensuite, nous avons enregistré ce fond en fichier svg. Nous y reviendrons plus tard. La deuxième étape était de filmer les vidéos. Pour ce faire, nous avons tourné à l'aide de deux iPhone 11. Chaque vidéo faisant environ neuf secondes. »

« [Pour lancer les vidéos] nous allons rendre la carte interactive en faisant clic droit sur chaque bulle de façon à que la rubrique Create Link puisse être utilisée sur cette dernière, nous avons placé le lien : `window.open("https://inkscape.org", "_blank");` dans lequel nous avons remplacé `https://inkscape.org` par le nom de nos vidéos. Ce processus a été fait 19 fois, pour chaque bulle. »

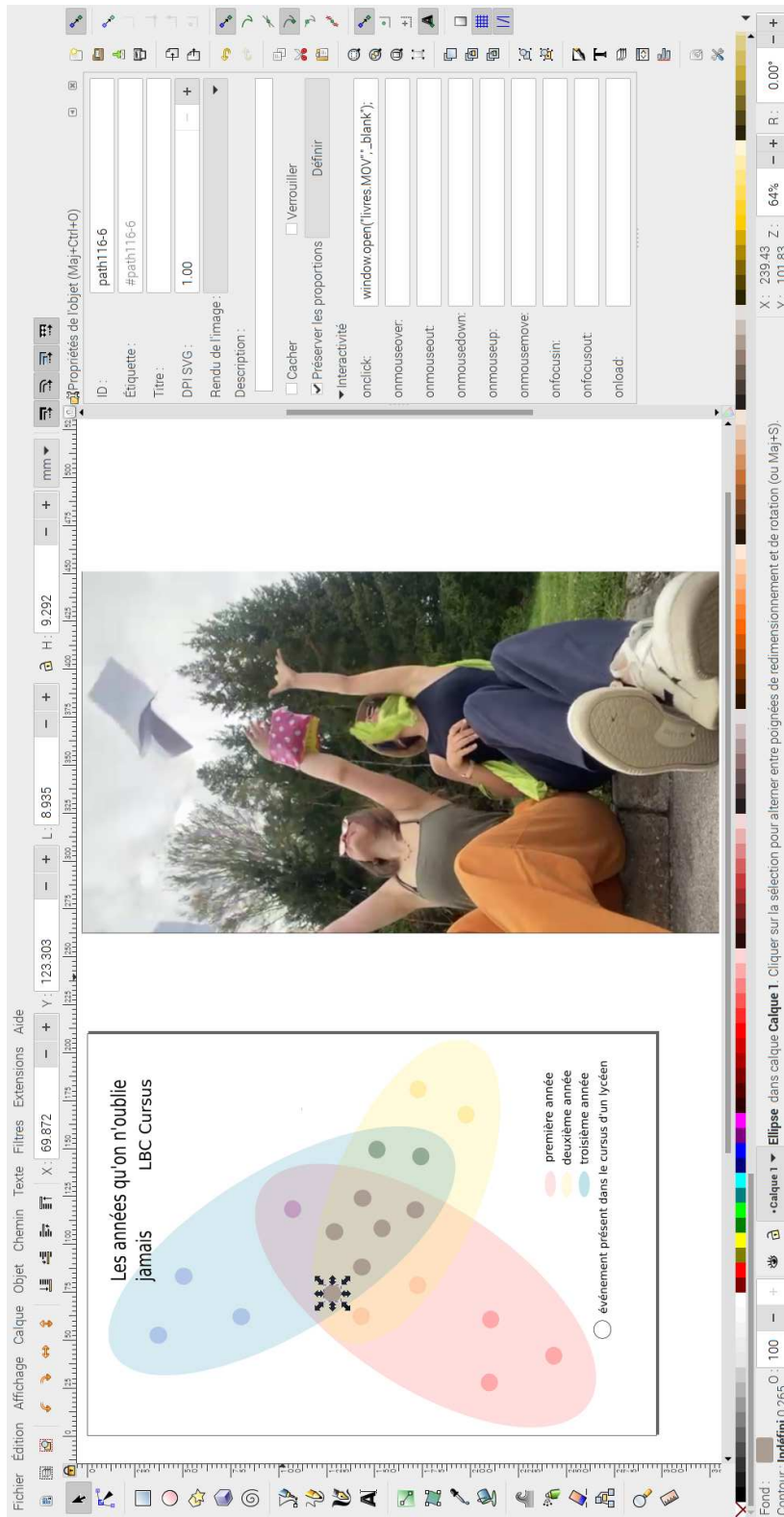


FIGURE 2.12 – Carte, logiciel et vidéo

## 2.13 Comédies musicales

### Florane et Kelyan

« Tous deux dans le monde artistique, nous possédons une passion commune : La Comédie Musicale. La

première idée qui nous est venue à l'esprit, concernant cette proposition, a été de choisir 20 spectacles et d'en répertorier les tournées mondiales officielles. Nos choix étaient constitués des comédies musicales suivantes : West Side Story, The Phantom of the Opera, The Lion King, Les Mi-

sérables, Wicked, Moulin Rouge! et Hamilton. »

---

« Ce travail a été intéressant à réaliser car nous sommes rendus compte que les tournées ne se déroulaient principalement qu'en Amérique du Nord, Océanie, Europe Occidentale et quelques grands pays d'Asie tel le Japon, la Chine ou la Corée du Sud. Mais aucune tournée ne passe ni par l'Afrique ni par l'Amérique du Sud.

« Notre carte a été réalisée sur le logiciel de cartographie uMap. Nous avons établi un code couleur pour chacune des comédies musicales. Pour chaque spectacle, nous avons choisi une citation célèbre de la comédie musicale en question, que nous avons inscrite dans la carte. »

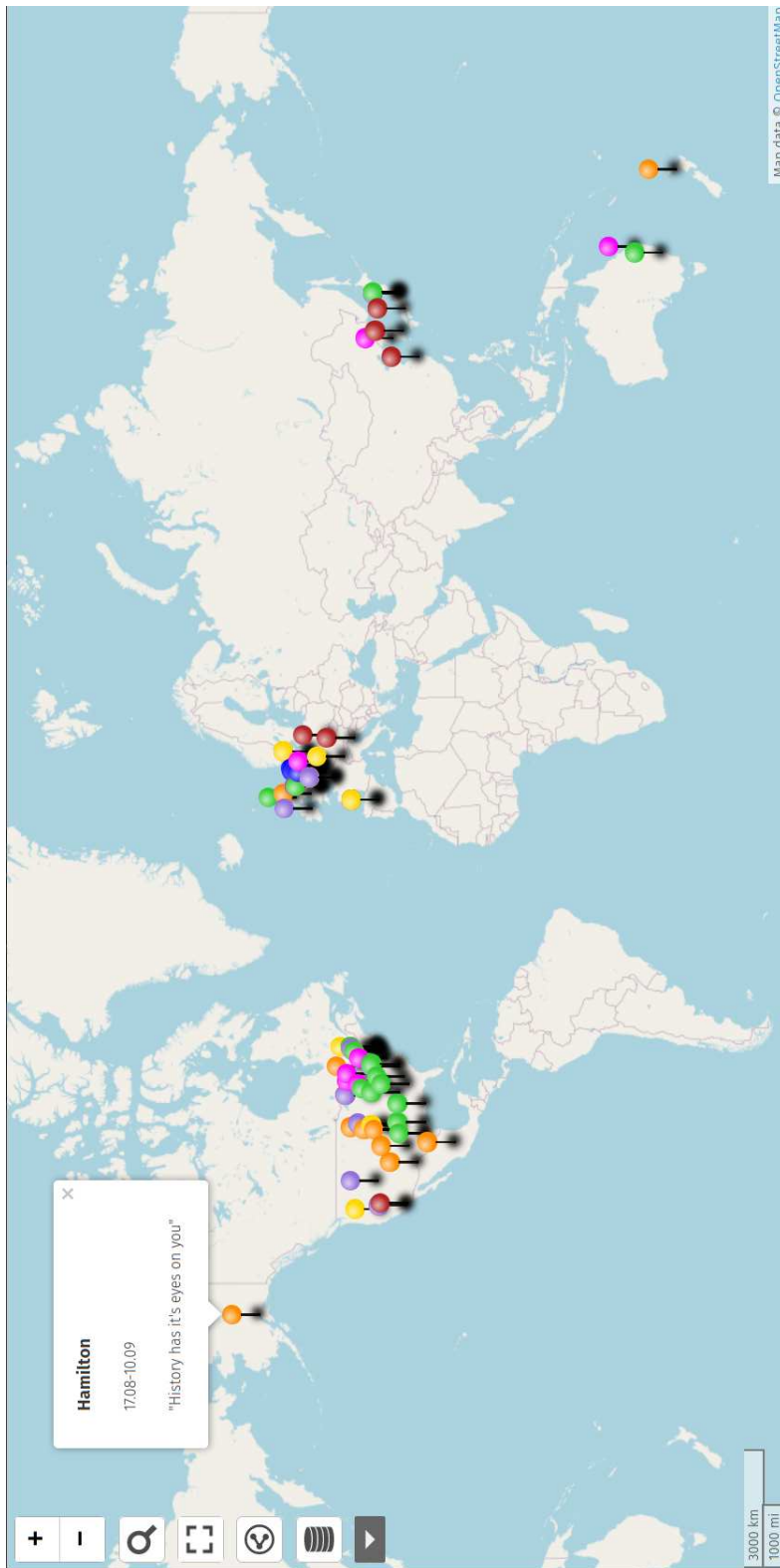


FIGURE 2.13 – Comédies musicales mondiales.  
[https://umap.openstreetmap.fr/fr/map/les-comedies-musicales\\_892510#2/36.7/29.5](https://umap.openstreetmap.fr/fr/map/les-comedies-musicales_892510#2/36.7/29.5)

## 2.14 Cartographie sur un orchestre symphonique

### Edgar et John

« La cartographie d'un orchestre symphonique permet de visualiser la disposition spatiale des musiciens sur scène. Cela permet non seulement aux auditeurs de mieux comprendre la configuration de l'orchestre, mais aussi aux musiciens de s'orienter et de se positionner correctement pour une performance optimale. En connaissant l'emplacement de chaque musicien et de chaque section instrumentale, il est plus facile de coordonner les mouvements et les interactions entre les membres de l'orchestre. Ainsi la disposition des musiciens dans un orchestre symphonique a un impact direct sur l'acoustique de la salle de concert. En car-

tographiant l'orchestre, il est possible de prendre en compte les caractéristiques acoustiques de la salle et d'optimiser la disposition des musiciens en conséquence. Cela permet d'obtenir un meilleur équilibre sonore, une meilleure projection sonore et une meilleure fusion des différents pupitres instrumentaux. »

---

« Nous avons choisi de faire notre carte sur PowerPoint mais pas par souci de facilité. Créer une carte sur PowerPoint peut être extrêmement utile dans de nombreuses situations. [...] En résumé, réaliser notre carte sur PowerPoint nous a donné de nombreux avantages, notamment

une visualisation claire des informations que nous voulions mettre en avant, une communication visuelle efficace et une personnalisation de notre carte. Nous avons pu faire la carte que nous souhaitions sur un logiciel que nous connaissons bien et que nous savons utiliser. »

« Tout est important. On aurait pu envisager faire une deuxième partie dans notre carte sur la géographie de la salle. Avec ses murs, ses sièges mais aussi avec le pris des places suivant leur emplacement. »

Relevons que la qualité du rendu est liée à l'utilisation du logiciel propriétaire, payant et non multi-plateforme PowerPoint.



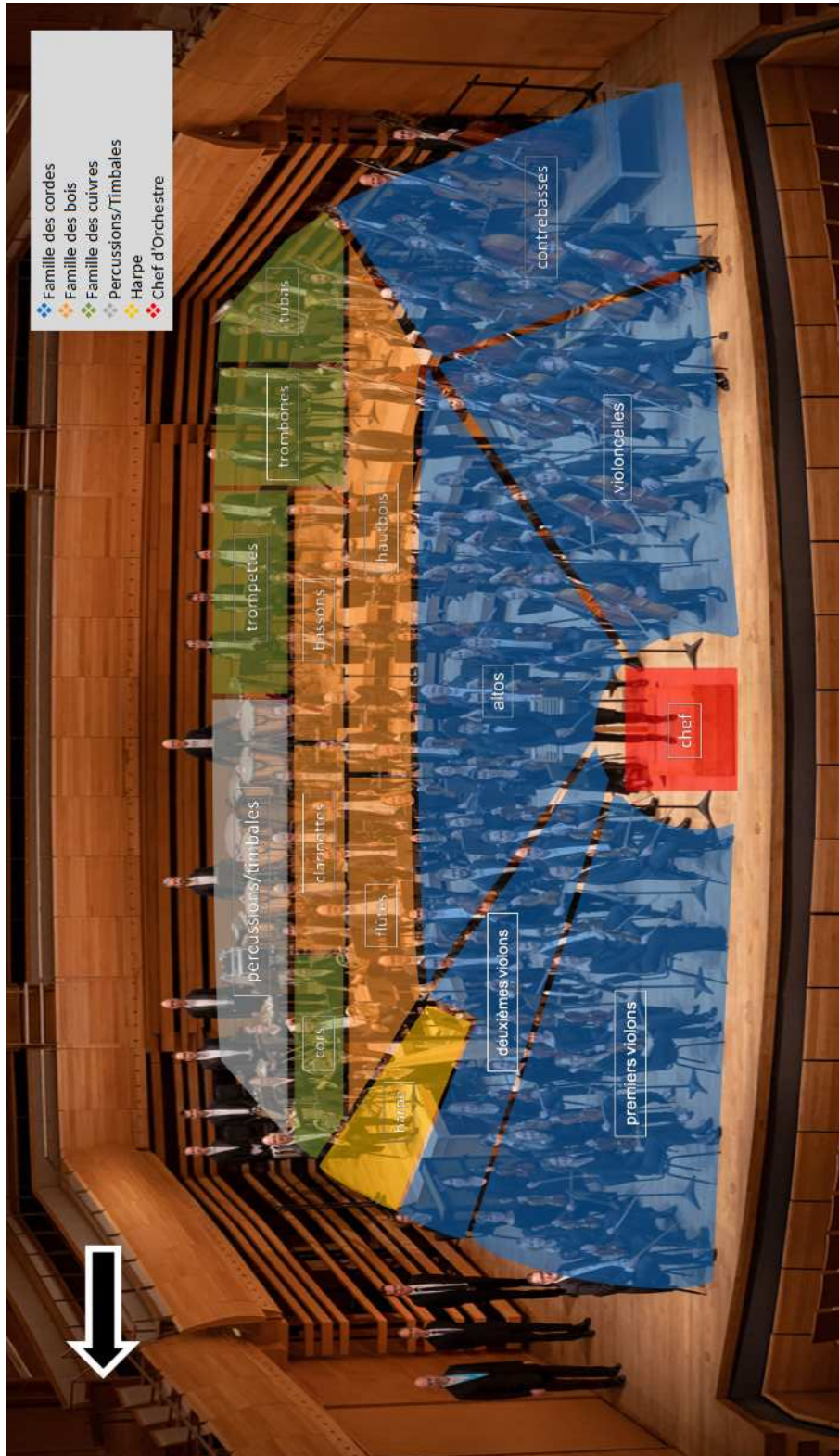


FIGURE 2.14 – Un orchestre cartographié.

## 2.15 Voyage au Tadjikistan

### Manon et Louis

« Le Tadjikistan peut apparaître comme un choix particulier. C'est un petit pays, souvent oublié, et il paraît compliqué au premier regard de créer un projet intéressant là-bas. Notre défi était donc de faire découvrir une culture éloignée et inconnue, en la respectant, et de la rendre intéressante au yeux de lycéens suisses. Nous avons décidé de sortir des trucs touristiques afin de créer quelque chose de plus véritable, en se rapprochant des autochtones. Le Tadjikistan est un pays très montagneux, relativement pauvre, et donc très peu cartographié. Cela a donc représenté un grand enjeu de notre travail. Malgré ça, il regorge d'une diversité culturelle et de magnifiques paysages, vous aurez l'occasion de les voir sur notre carte. »

« La première chose à souligner est le manque de représentation des routes sur les cartes auxquelles nous avons

accès sur internet. Les routes montagneuses sont souvent très petite, et n'apparaissent par exemple pas sur Google maps. Parfois, après avoir trouvé l'endroit d'une attraction touristique, nous avons du dessiner les routes uniquement grâce à une photo. Cela est un travail considérable et engage donc à la précision de notre travail. Nous sommes tout de même satisfaits, car avec beaucoup d'application, nous sommes arrivés à un projet relativement complet.

Le deuxième point, c'est le manque d'activités touristiques, ou du moins d'activités touristiques répertoirees. En effet, la majorité des attractions sont desservables sur place. Il a donc fallu beaucoup de recherches. Nous nous étions mis la contrainte de suivre les envies de nos camarades, en leur demandant les activités qui les intéressaient. Nous sommes donc passés tantôt d'un hôtel de luxe à une nuit chez l'habitant, tantôt d'une sortie escalade à un concert au conservatoire national du Tadjikistan. »

---

« Nous avons besoin d'une carte déjà conçue sur laquelle nous allions poser des éléments qui nous intéressaient. Un logiciel libre serait la meilleure option et donc notre choix s'est porté sur Open Street Map [Ndr Umap]. Nous avons choisi la carte du logiciel qui affichait les routes et nous avons posé les points avec les informations trouvées sur Google (images, noms de lieux, informations complémentaires). Nous nous sommes servis du système de couches et de couleurs pour en attribuer une pour chaque élève. Plus une couche pour les routes tracées avec le système de vecteurs dans une couleur à part. Ensuite nous avons implémenté des images dans les points avec la fonction `clickQuant`. »

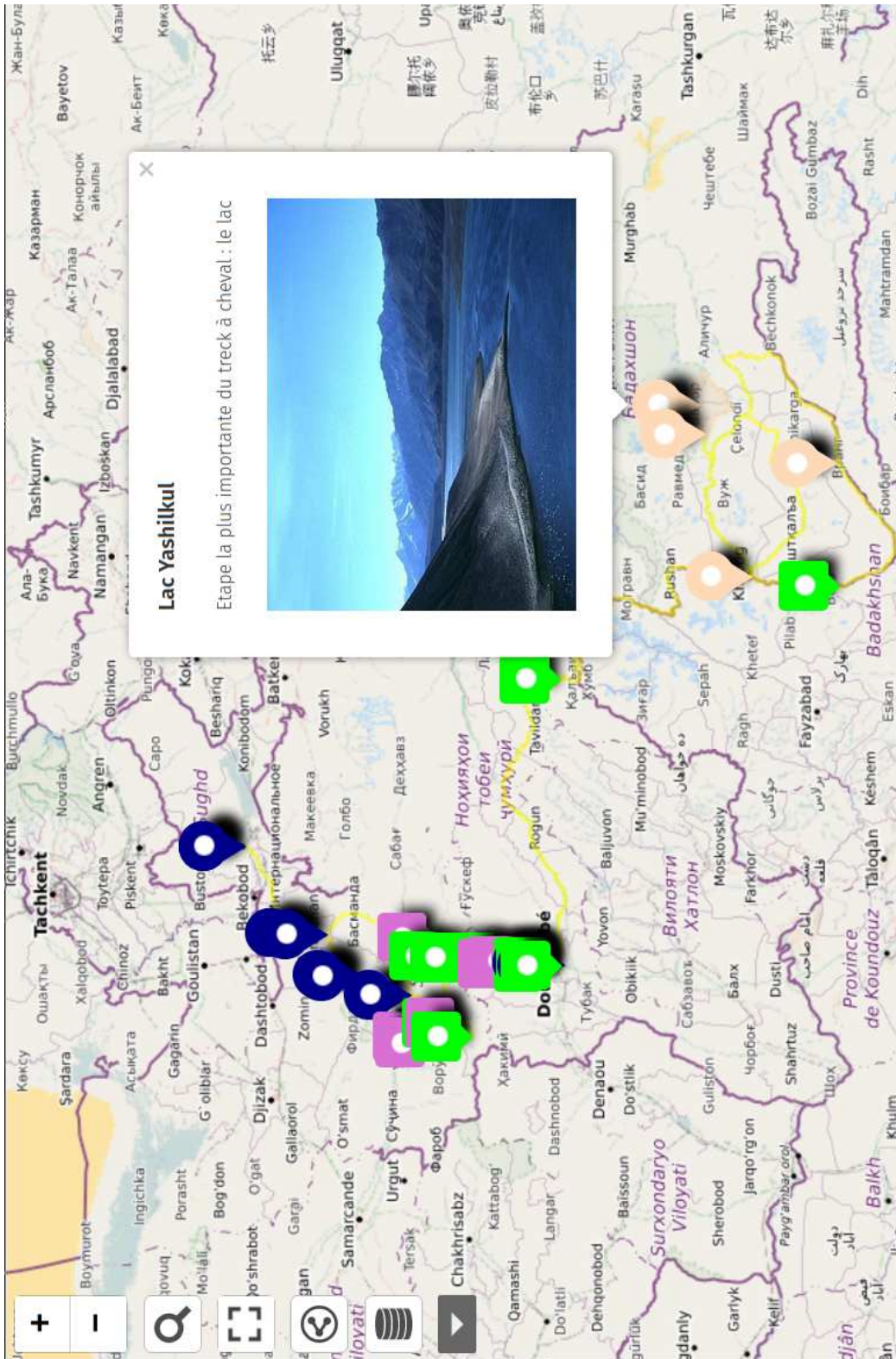


FIGURE 2.15 – Voyage au Tadjikistan.  
[https://umap.openstreetmap.fr/fr/map/projet-tadji\\_881939#7/38.947/433.828](https://umap.openstreetmap.fr/fr/map/projet-tadji_881939#7/38.947/433.828)

## 2.16 Niveaux de vie

### Mathilde, Margaux et Nathanael

« Mais qu'est-ce ces 4 niveaux de vie ? Pour le comprendre il faut se plonger dans le livre du médecin confédéric Hans Rosling, *Factfulness*. Dans ce livre, Hans Rosling par du constat que notre vision du monde est biaisée par des instincts qui trompent nos analyses. Selon lui, nous avons tendance à toujours imaginer que le monde va de pire en pire, alors qu'en réalité, même s'il n'est pas parfait, il va de mieux en mieux. Pour appuyer ses propos, Hans Rosling se base sur plusieurs principes qu'il va réutiliser à chaque chapitre. Dans ces principes il y a les 4 niveaux de vie. »

« Il se trouve que dans le livre d'Hans

Rosling, il y a une myriade de graphiques, statistiques en tout genre, mais il n'y que très peu de carte. En l'occurrence, il n'y en a pas pour les 4 niveaux. Par ce constat, nous avions pensé qu'il serait bon de mettre sous forme cartographique les pays et leurs différents niveaux, à l'aide d'un code couleur, pour mieux visualiser les propos de Rosling. »

---

« Nous avons, durant ce travail, rencontré plusieurs problèmes. Voici les deux principaux :

Le premier a été de comprendre comment changer les couleurs, le tout a été fait dans un tableau ou chaque

pays de la carte avait plusieurs réglages.

Le second a été de pouvoir prendre les informations nécessaires pour créer, grâce au logiciel, les explications des couleurs. Pour se faire, nous avons dû supprimer pratiquement tout ce qui se trouvait dans le tableau des attributs, sauf une colonne, que nous avons sélectionné pour la copier dans une fonction qui crée des légendes. » Malheureusement, alors que QGIS est capable d'un export de qualité, celui-ci s'est fait par une simple capture d'écran, réduisant la qualité de la carte présentée.



## 2.17 Maison de rêve

### Diane et Meike

« Une carte métaphoriquement : Notre projet est différent d'une carte normale car ; il n'a pas de légende, C'est un plan en trois dimensions et, le plus important, une carte est une représentation du réel alors que notre plan représente une maison imaginée. C'est dans l'utilité que notre projet devient une carte. Car une des utilités d'une carte, est de trouver son chemin, en évitant les obstacles, pour arriver à destination et notre carte représente la destination comme motivation. Notre projet sert de lumière dans le chemin qu'est notre vie, pour se battre, pour arriver à un objectif ; réussir à faire bâtir notre maison.

Une carte de par sa précision : Notre plan 3D est une carte avec les informations de mesures des pièces,

de leurs nombres et de leurs formes et les différents matériaux sont tous choisis. La précision du plan est un atout qui vient de la cartographie. Nos motivations étaient de créer quelque chose de différent et qui transporte nos identités avec. C'est pour cela que nous n'avons pas fait une carte répertoriant quelque chose qui n'avait pas de sens pour nous. Nous voulons montrer un avenir possible et serein à travers une maison simple et pratique. Notre maison est un symbole de futur désirable dans des temps incertains. »

---

« Le second logiciel home by me nous a convaincus pour plusieurs raisons. La raison la plus importante, c'est qu'en tant que logiciel vectoriel para-

métrique nous pouvions choisir toutes les mesures et modifier tous les objets facilement. Mais surtout le logiciel était simple d'utilisation, pratique et totalement gratuit. Tous les objets que nous avons mis sont des objets réels dans le commerce, ce qui rajoute une touche de réalisme. Nous avons donc avancé et terminé sans aucun problème notre projet avec le logiciel Home by me. »

Relevons que Home by me est un logiciel propriétaire dont les fonctionnalités ne sont pas gratuites. Il appartient à Dassault Systems et sans accepter ses cookies, il ne fonctionne pas correctement. Son équivalent libre, Sweet Home 3D est lui exempt de ces défauts.



FIGURE 2.17 – Une maison de rêve.  
<https://home.by.me/fr/project/meike.vanewijk-2081/maison-de-reve>





**Deuxième partie**  
**Année 2023 - 2024**

## 2.18 Carte Seigneur des anneaux

### Soraya et Adèle

« La trilogie « seigneur des anneaux » est un film que nous apprécions beaucoup et qui a évidemment marqué notre génération. Nous trouvons donc intéressant de voir où ont été tournées les scènes et éventuellement comprendre la répartition des lieux de tournages dans le pays. Nous avons décidé de la dessiner nous-même afin de pouvoir dégager la même atmosphère que l'on retrouve dans les livres et les films, c'est-à-dire de réutiliser les techniques de dessin des cartes originales. »

« Après le choix du style et de l'idée de la carte, nous avons dû choisir une manière pour créer notre projet. Nous sommes partis sur l'idée d'utiliser Inkscape et Xia »

---

« la carte a été réalisée à la main, dans un premier temps, on commence les contours et les croquis de l'île nord de la nouvelle Zélande. Ensuite

on utilise un calque pour refaire la carte au propre et au stylo noir afin que les traits ressortent mieux sur le scan. Nous avons utilisé l'application ClearScanner. »

« Nous avons installé Inkscape sur l'ordinateur que nous avons utilisé lors de la réalisation de notre projet, après avoir introduit la carte sur inkscape, nous avons inséré l'image de fond sur laquelle nous avons travaillé, c'est à dire le scan de la carte que nous avons dessiné. En premier lieu nous avons nommé la carte. Nous avons créé des cercles sur les zones qui seraient interactives (sept zones). Ainsi, à partir de ces zones sélectionnées nous avons introduit du texte dans chaque zone avec une description du lieu qu'on retrouve dans le film, ainsi qu'une description du lieu réel qu'on peut visiter. Nous avons ensuite ajouté des images des décors qu'on peut retrouver dans le film. - XIA : c'est maintenant que Xia rentre

en jeu, nous l'avons utilisé pour transcrire notre image vectorielle en site internet. Pour cela il suffit d'exporter notre image avec Xia et aller sur un navigateur. »

« Cela nous paraissait impossible, étant donné que nous avons toutes les deux peu d'intérêts en informatique. Cela rend fier de voir que l'on peut réaliser de « grands » projets, même dans des branches que nous n'apprécions pas forcément. Cela nous a également apporté beaucoup sur l'aspect géographique, comprendre ce qu'est une carte, comment la réaliser, à partir de quoi. On se rends bien compte de l'étendue des possibilités pour réaliser une carte, la carte est pour nous une manière différente de comprendre le monde et ce qui nous entoure. Cette expérience nous a ouvert l'esprit et a permis de nous faire comprendre l'importance de la cartographie dans le monde dans lequel on vit. »

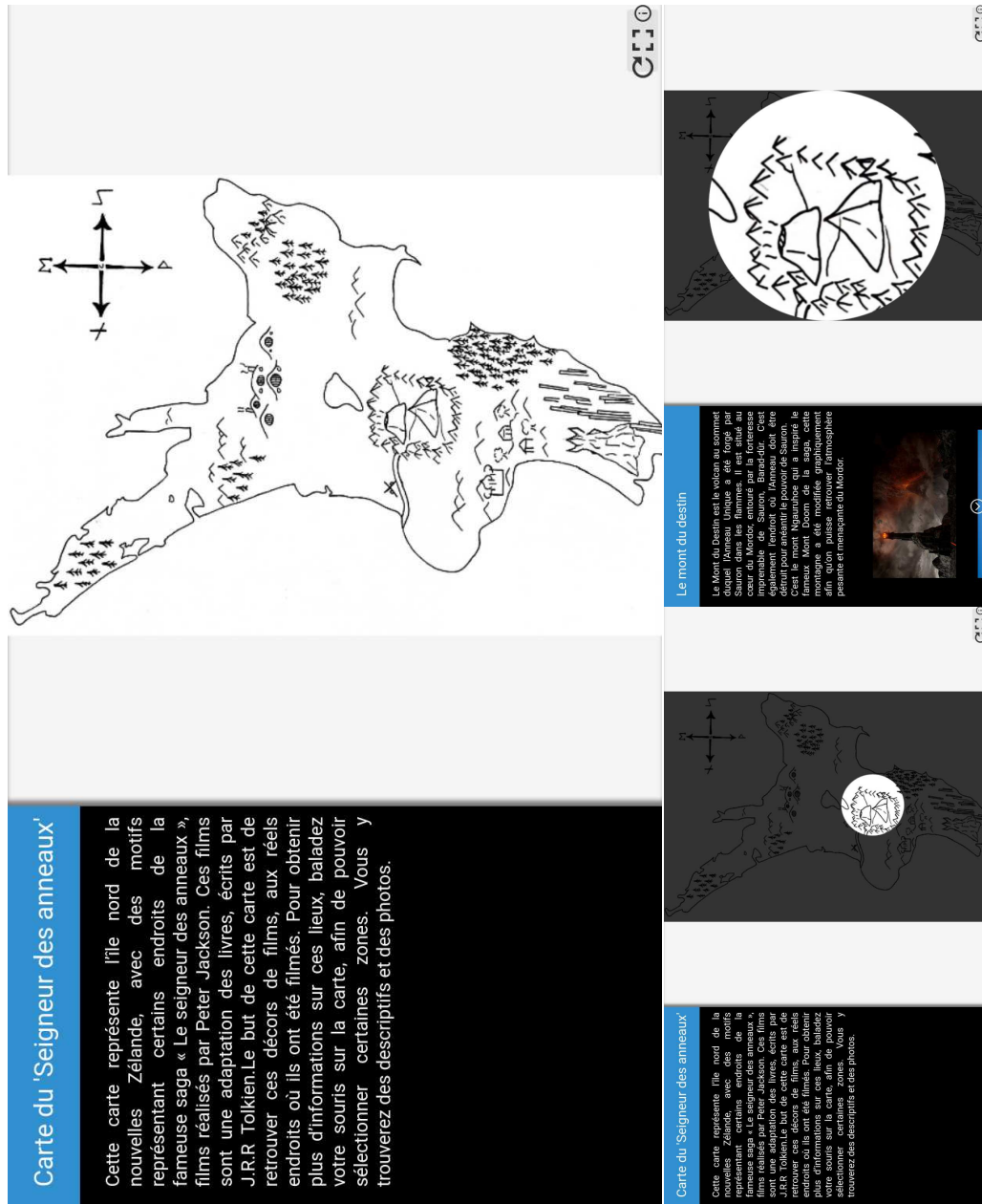


FIGURE 2.18 – La page d'accueil du site.

## 2.19 Carte The Weeknd

### Elsa et Amélia

« Nous aimons tous les deux ce chanteur et nous connaissons beaucoup de gens qui sont allés le voir, ça nous a donc donné cette idée. De plus, il est intéressant de voir le parcours de chanteurs internationaux quand ils sont en tournée. Cela a un impact écologique qu'il est important de notifier. Tous ces déplacements en avion émettent du carbone et toute la construction et la déconstruction des scènes consomment de l'énergie. Certains chanteurs ont même arrêté de faire des tournées pour préserver la planète. Il y a même des artistes qui se mettent à inscrire des demandes écologiques dans les contrats qu'ils signent avec les diffuseurs de spectacles. L'industrie du spectacle pourrait repenser les tournées afin de favoriser le transport terrestre ou en train dans les pays où le réseau ferroviaire

est bien développé. Il est aussi possible d'optimiser les itinéraires afin de réduire au minimum les déplacements et les kilomètres parcourus. Il est aussi important de voir qu'il ne passe dans aucun pays d'Asie ni d'Afrique et cela peut être pour plusieurs raisons. The Weeknd aurait pu privilégier des destinations où il a une base de fans plus importante ou des opportunités commerciales plus significatives. »

---

« Pour trouver chaque concert sur youtube c'était plus simple, on a juste eu à taper The Weeknd + le lieu + full concert. Pour trouver une image de chaque concert nous avons cherché sur internet, puis nous avons vérifié si les dates et le lieu correspondaient pour chaque concert. »

« Nous avons mis une épingle rouge

à chaque endroit avec l'opacité au maximum [...] Pour insérer une image nous mettions deux accolades puis le lien de l'image.

Une fois qu'on plaçait un point on le reliait au suivant dans l'ordre pour qu'on puisse voir l'itinéraire qu'il a fait. Les lignes qui les relient sont noires et mises à une opacité de 0.3 et à une épaisseur de 2. »

« Cette carte était intéressante à faire, on ne se rend pas toujours compte de tous les déplacements que fait un artiste pendant sa tournée. Avec cette carte on a pu le découvrir, tout en prenant en compte que le tracé que l'on a réalisé ne montre pas les réels trajets du chanteur, le trajet sera donc encore plus long en réalité. Cela nous permet de visualiser le trajet ainsi que le temps que ça va prendre et l'énergie. »

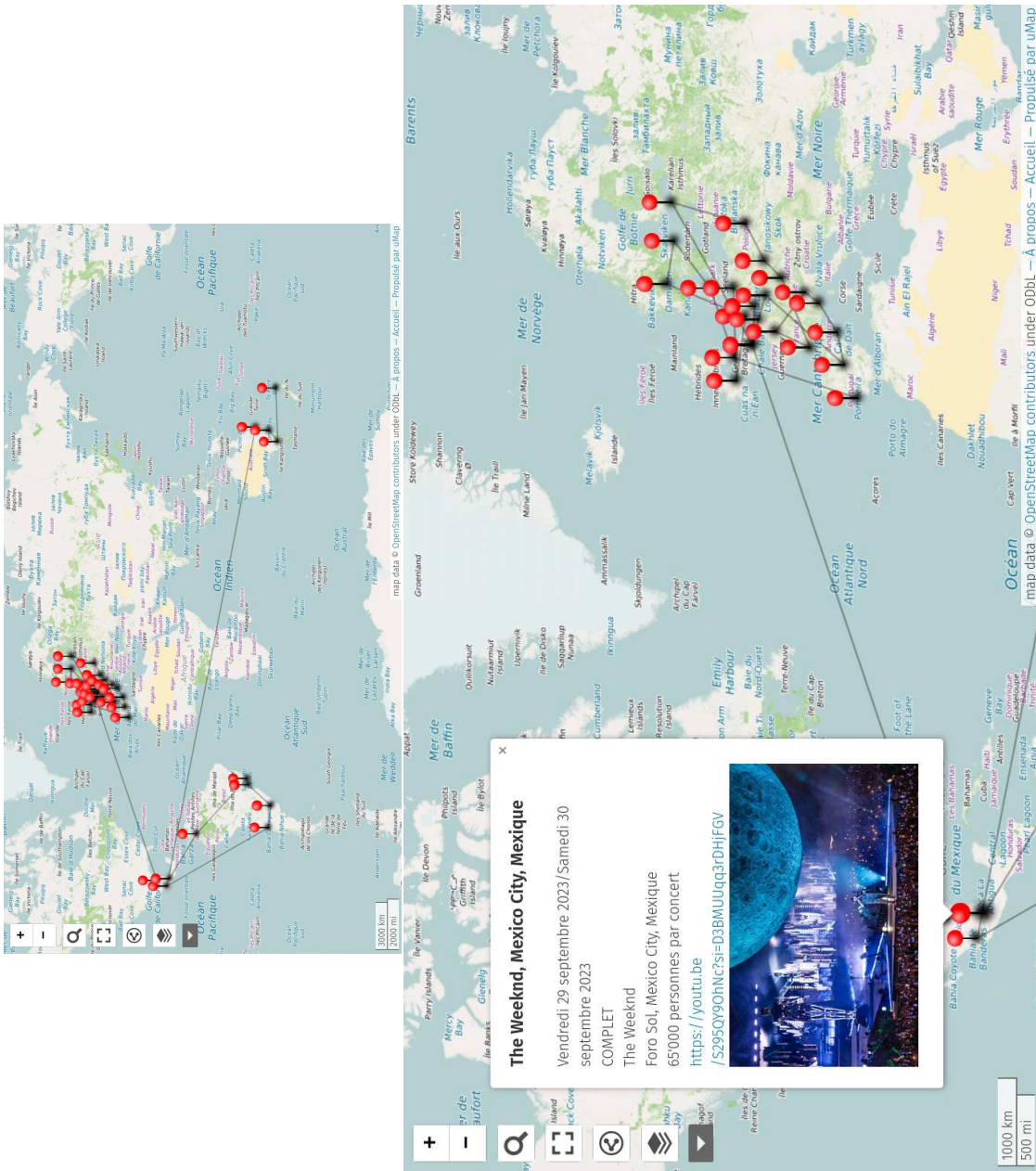


FIGURE 2.19 – Légende

## 2.20 Korawo : notre île imaginaire

### Noémie et Blénita

« Notre projet est une île imaginaire, 4 lacs (2 séoulant jusqu'à la mer, sur une carte, où nous pourrions, en les 2 autres ne restant qu'à l'intérieur appuyant à tel ou tel endroit, voir la des terres), 3 civilisations (réparties dans différents coins de la carte, 2 des faune de la zone cliquée, laissant place 3 civilisations ont un port que nous à une fiche ayant un croquis, d'un être avons indiqué sous forme de triangle vivant, et ses caractéristiques, il s'agit au bord des terres), puis nous avons rait en quelque sorte d'une encyclo- ajouté des autres complètement comme pédie d'un monde fantaisie tiré d'un des champs pour l'une des civilisa- livre, mais sous format informatique. tions, la zone de la civilisation perdue Nous avons commencé d'abord pas le (marquée par un rond non rempli), ou faire sous format papier à partir d'une des ruines d'anciens village (se trou- feuille et de riz. Nous avons en pre- vant entre les champs et la civilisation mier temps pris une feuille de papier située au sud-ouest). Nous les avons de format A3, vierge et avons disposé nommés en faisant tourner une roue des tas de riz aléatoirement dessus, où nous avons précédemment mis des nous avons fait les contours au crayon syllabes nous paraissant adéquates, de papier à partir de la forme faite par telles que « Wo », « Fa », « Mu » le riz. En enlevant le riz le pourtour etc. Après avoir trouvé les noms, et de l'île fut créé. Ensuite nous avons le nombre, nous les avons placés sur d'abord cherché à savoir combien de la carte certains emplacements ayant rivières, de forêts, de civilisations, etc. été cités précédemment. »

---

« Parallèlement nous avons cherché des sites pour créer notre carte inter- active, mais c'était trop compliqué à

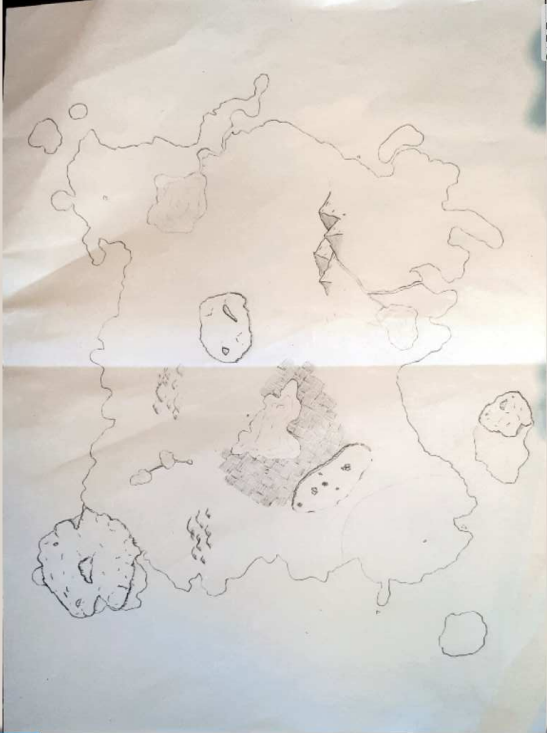
réaliser, soit nous trouvions des sites très bien, mais qui ne correspondaient pas à ce que nous cherchions, soit des sites où nous trouvions ce que nous cherchions, mais ils étaient trop longs ou trop compliqués à utiliser. »

« Nous avons écrit leur fiche et ce qu'il fallait pour le format informa- tique. Nous avons scanné la carte et ce qui va avec, et utilisé Inkscape, pour retoucher les images et mar- quer nos zones interactives, puis Xia, qui est une application permettant de zoomer et d'ajouter des images et des textes à l'image de base (étant zoomée). L'image de base sera notre carte, et Xia nous sera utile pour mettre nos croquis d'êtres vivants.

Nous avons donc commencé par mettre la carte sur Inkscape, mis les zones que nous voulions ajouter sur Xia déjà sur Inkscape avec la descrip- tion des êtres vivants qui se trouvent sur la carte. Puis nous avons insérer la carte Inkscape sur Xia. »

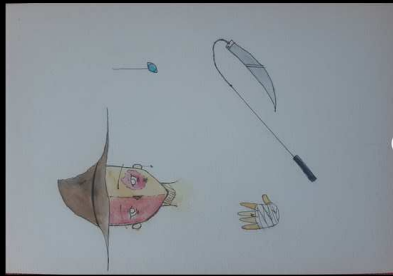
## Korawo

Voici notre île avec toutes ses civilisations et ses animaux. Vous pouvez apprendre à la connaître et comprendre son développement.



© 2010

pour couper les céréales de leurs champs. Ils ont un bijou leur étant propre, le point commun étant que le bijou est exactement de la même couleur que celle de leurs yeux. Ils ont la moitié du visage rouge, et de l'autre côté seul l'œil est entouré de rouge, ce pour tour a une forme unique, cela aide à différencier les différents Wofaehs.



⏪



© 2010

FIGURE 2.20 – La légende de Korawo.

## 2.21 La carte suisse

### Emma et Iris

« Pour notre projet, nous mettons fortement en avant la Suisse. Dans ce projet, vous pourrez voir différentes couleurs pour chaque canton. Nous voulons montrer la beauté de chaque canton indépendamment [...] En pressant sur un canton, celui-ci va s'agrandir et prendre le devant de la scène [...] Nous précisons également que cette carte est simplifiée car nous voulions qu'elle soit intéressante pour les enfants. Cependant, elle reste adaptée à tout âge. »

---

« Nous avons choisi une carte provenant de swisstopo [...] »

1. « Grâce à [Inkscape], nous avons pu mettre pour chaque canton une couleur différente qui venait différencier un canton d'un autre [...] »
2. Lorsque nous avons mis la carte sur Inkscape, les cantons posédaient déjà un nom mais ils étaient tous en allemand. Alors afin de rendre la lecture meilleure, nous les avons tous changés pour les mettre en français.

3. Ce que nous avons dû faire dans le même style, c'est que certains cantons, ayant des enclaves, n'étaient pas déjà bien triés dans leur section (exemple : l'enclave du canton de Fribourg dans Vaud, n'était pas mis sous Fribourg mais ailleurs), alors nous l'avons ramené vers son canton principal, et ce, avec toutes les enclaves possibles de Suisse.

4. Une fois tout ce travail achevé, nous avons pu passer aux « descriptions » du canton. Par exemple, pour Genève, l'un de ses points à expliquer serait de parler du jet d'eau. Nous aimerions préciser également que le fait d'écrire toutes les caractéristiques (les avoir triées puis écrites à nouveau dans Inkscape), nous a pris énormément de temps, il nous a été dans l'obligation de rester, en plus des leçons à disposition, un jour de semaine après nos horaires respectifs.

5. Après tout ce travail, nous avons commencé à choisir puis à mettre les photos pour les cantons [...]

6. Finalement, lorsque la carte sur Inkscape fut terminée nous l'avons transféré sur le logiciel Xia afin d'obtenir une carte active et le résultat souhaité. »

— « Nous avons éprouvé énormément de plaisir à faire ce projet car même s'il s'agit de notre pays, nous ne connaissions pas beaucoup de choses malgré le fait que nous y vivons. Certaines caractéristiques de la Suisse ont été étudiées en classe mais ceci reste très global. Le côté « travailler à deux » était aussi très bien [...] »

— D'un autre côté, le fait d'avoir deux périodes dans la semaine d'informatique est une bonne idée car ce sont les périodes « cool » de notre horaire car nous pouvons laisser notre créativité prendre le dessus et prendre le temps d'y déposer nos idées. Le fait de partager notre idée de projet avec les autres et qu'ils fassent de même à un côté intéressant car nous pouvons voir, à travers leurs projets [...] »



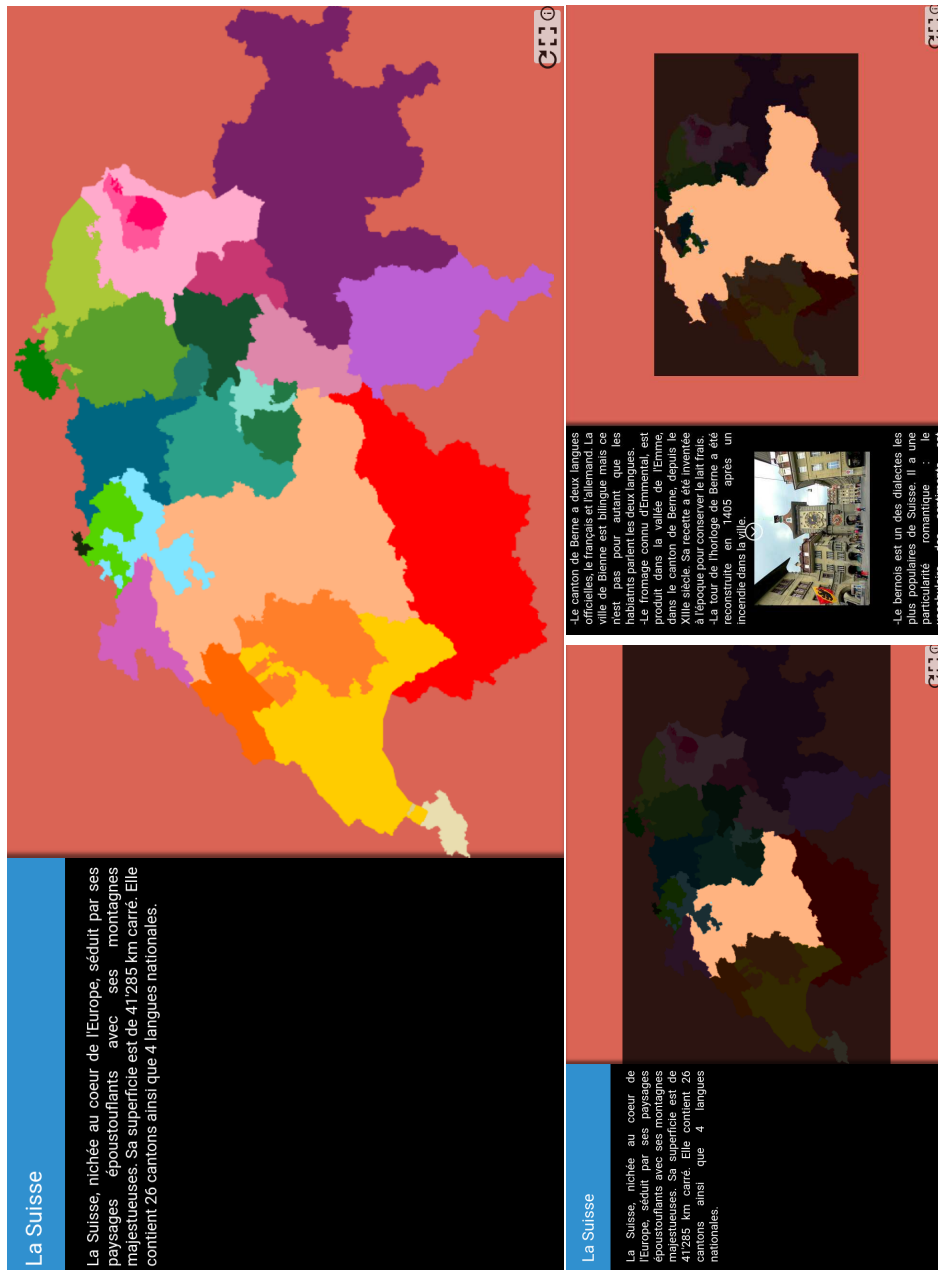


FIGURE 2.21 – Les cantons suisses.

## 2.22 Carte fantastique du lycée

### Aurélie et Téo

« nous avons finalement choisi de faire une carte fantastique de ces endroits du lycée. Nous voulions les deux faire un projet ayant du sens à nos yeux et l'idée de rassembler les choses positives nous est venue. Nous trouvions que le lycée est déjà assez éprouvant pour créer une carte trop « scolaire ». Nous avons donc plutôt opter pour une carte amusante à faire qui nous rappelle de bons souvenirs. Et peut-être même que dans dix ou vingt ans, nous retomberons sur cette carte et nous nous rappellerons tous ces bons moments passés au lycée. A travers cette carte, nous souhaitons faire passer le message que tout n'est pas négatif au lycée mais que le positif est simplement plus dur à trouver. Nous avons pensé à faire ce modèle de « carte fantastique » avec une touche d'humour, car l'une comme l'autre, sommes passionnées par la littérature fantastique et nous pensons que le monde est bien plus supportable avec des rires. Nous voulions aussi garder

cette idée de dessiner sur papier avant de passer à l'informatique car nous voulions nous lancer le défi de la dessiner nous même à la main. »

---

« Nous avons rajouté de petites légendes pour des endroits définis (par exemple : un château, une tour, des cristaux, etc.) sur Inskape (cf. à l'image ci-dessous). Ensuite grâce à Xia, lorsque que la souris passe sur un de ces endroits, ce lieu ressort du reste de la carte et s'accompagne d'une légende. Les légendes comprennent un petit texte, souvent accompagné d'une petite anecdote, qui explique pourquoi nous avons fait le choix de tel ou tel lieu et ce qui nous a marqué à cet endroit. Nous avons choisi Inskape et Xia car nous avions déjà une idée assez précise de ce qu'on voulait faire au début du projet. Lorsque nous avons entendu parler de ces deux applications, nous avons remarqué qu'elles correspondaient parfaitement à ce que nous voulions faire, le

choix n'a donc pas été très compliqué. »

« Au début par exemple, nous avions donné un nom à toutes les forêts (entre autres). Idée que nous avons finalement abandonnée par manque de temps. De plus De plus, nous ne nous étions pas rendues compte que si nous voulions rajouter des légendes directement sur la carte, nous devions cacher certains dessins. Suite à cela, nous avons décidé de laisser tomber, surtout que cela ne change rien à la compréhension de la carte. Pour ce qui est du positif, la carte papier a été très sympa à faire et nous a permis de découvrir de nouveaux styles et de nouvelles techniques de dessin, de travailler notre imagination pour trouver comment représenter les différents lieux et de trouver les différents noms des lieux en conservant du sens (en tout cas pour nous) tout en gardant un aspect fantastique pour rester dans le thème de notre carte. »

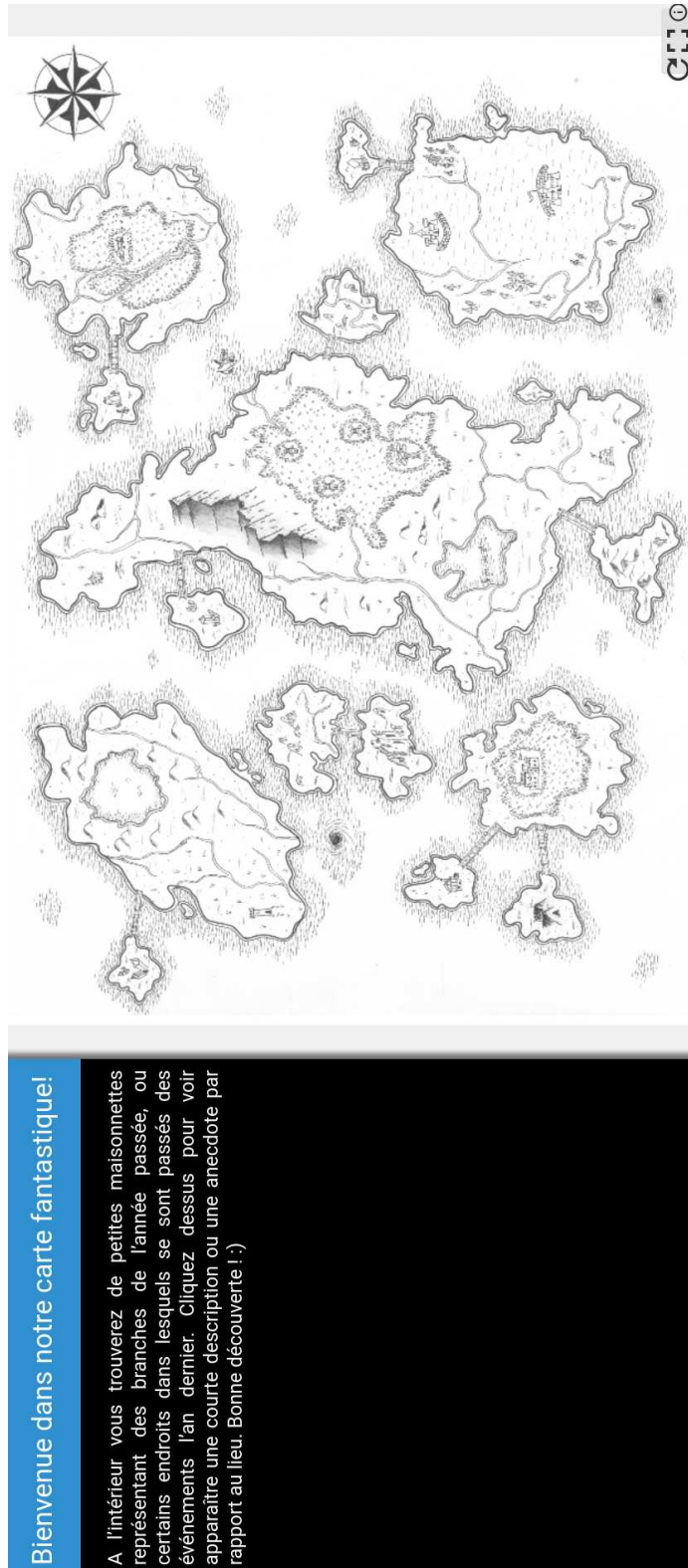


FIGURE 2.22 – Un fantastique lycée.

## 2.23 Cathy

### Marie-Elodie, Tais et Lana

« Nous avons réalisé une carte des relations amoureuses, c'est-à-dire une carte qui référence tous les points, les étapes et les chemins possibles dans une relation amoureuse. Cette carte est réalisée de haut en bas, le haut est le point de commencement de la carte et le bas est donc la fin. A gauche, cela tend vers le rouge, le côté où il y a les points positifs d'une relation, le centre de la carte qui s'approche du jaune c'est les choses qui sont positives, négatives ou neutres que nous n'avons pas réussi à classer, et le côté droit de la carte qui tend vers le bleu c'est là où il y a les points négatifs d'une relation. Le but de cette carte c'est de pouvoir s'y référer ou s'y identifier pour mieux comprendre ce qu'on vit et se dire qu'on n'est pas le seul ou la seule à vivre cela, que tout le monde passe par là. On a choisi cette carte car on trouvait cela drôle, intéressant, original et basé sur soit nos expériences personnelles,

soit sur les choses les plus courantes et communes dans une relation. On voulait faire quelque chose qui n'était pas purement de l'application géographique sur une carte. Cette idée nous faisait aussi beaucoup rigoler. »

« Nous avons commencé par un brainstorming pour établir une liste (annexe 1a et b) des étapes par lesquelles une relation amoureuse peut passer (ou pas). Nous les avons ensuite catégorisées selon un code couleur, en fonction de leur connotation (positive, négative, neutre). Un premier essai a été fait, plutôt désordonné (annexe 2). Certaines idées d'étapes et de légendes ont été abandonnées (types de relations, red flags, etc.). Un deuxième essai a été effectué (annexe 3), cette fois nous avons tenté une forme cyclique ainsi qu'une île des événements annuels, mais trop d'inconvénients nous ont forcés à abandonner cette idée. Nous n'arrivions pas à finir le cycle et les

bulles étaient trop collées les unes aux autres. Le troisième essai (annexe 4) a déjà adopté la forme du résultat final, c'est-à-dire de haut en bas, mais les liaisons entre les étapes étaient trop illisibles parce que trop entrecroisées les unes avec les autres. Nous avons donc refait la carte, cette fois de manière plus lisible en espaçant les bulles des étapes. Nous avons établi un code couleur pour les liaisons pour faciliter le sens de lecture (argenté=de haut en bas, doré=de bas en haut, violet=dans les deux sens) (annexe 5). Comme le résultat était satisfaisant, nous avons décidé de faire la version au propre. »

---

« Pour le logiciel, Inkscape a été utilisé pour mettre des descriptions aux bulles ainsi qu'au projet et couper la bordure. Nous l'avons ensuite exporté avec Xia pour obtenir un site internet qui est dans le dossier que nous vous avons rendu sur Moodle. »



## 2.24 Évolution de l'Empire mongol

Thibaut et Pauline

« Étant tous deux en OC histoire nous avons voulu recréer une carte en lien avec cette option et l'histoire de cet empire s'est imposée parmi les nombreux autres choix. L'histoire de l'Empire mongol est très fascinante, bien que trop méconnu en occident, il demeure encore aujourd'hui le plus grand empire ayant jamais existé. Nous voulions retracer ses frontières en intervalles de 2 à 7 années pour avoir des mouvements intéressants. »

« Nous avons été captivés par l'évolution progressivement tracée sur notre carte, chaque frontière révélait l'ampleur de l'Empire mongol à travers les décennies. Observer cette cartographie dynamique était comme être

plongé dans le récit de cet empire, où chaque extension de territoire reflétait les triomphes, les luttes et les bouleversements politiques de l'Empire mongol en pleine évolution. Nous avons apprécié le travail de recherche sur un empire que nous connaissions peu et découvrir de nombreux faits sur celui-ci plus fascinants les uns que les autres. Nous avons donc voulu vous en partager quelques-uns des plus intéressants pour que vous aussi vous vous plaisiez à connaître le grand Empire mongol. »

---

« Nous avons essayé différents sites car au départ nous cherchions à faire une carte animée avec des frontières

qui se déplaceraient entre chaque changement. C'est uMap qui s'est finalement imposé comme notre support car à défaut d'animer les transitions nous avons accès à différents calques qui nous permettent de faire un dégradé de couleur (en l'occurrence bleu) pour distinguer les modifications de frontières. »

« Nous avons très vite adopté l'idée d'un dégradé de couleur mais ainsi, la compréhension est imprécise puisque nous ne pouvons voir la temporalité lorsque les frontières reculent. Nous avons épaissi les frontières pour qu'elles soient plus perceptibles mais n'avons rien pu faire quant aux frontières qui reculent sur uMap. »

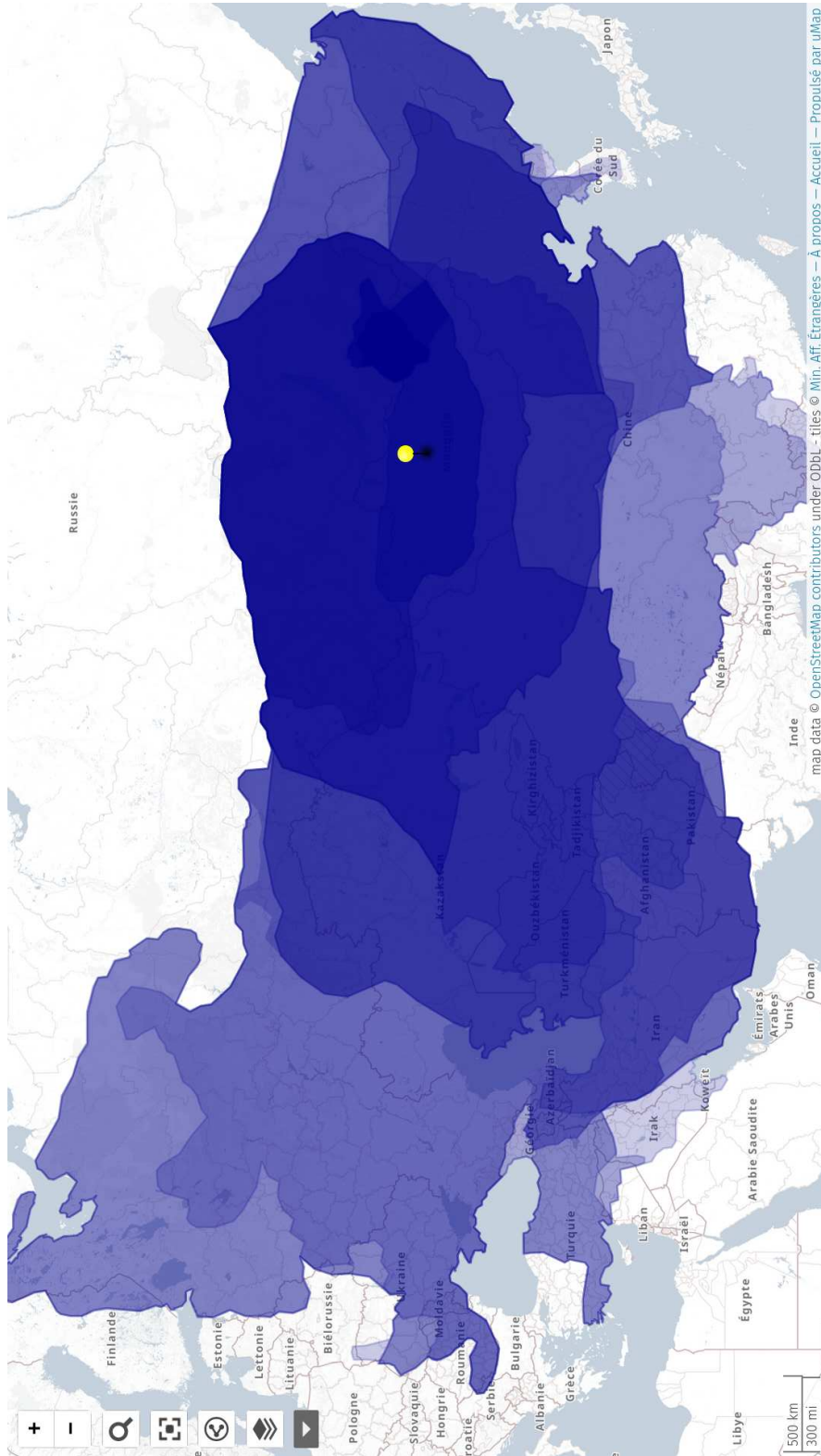


FIGURE 2.24 – Histoire des frontières de l'Empire Mongol.

## 2.25 La grande guerre.

### Alexia et Margaux

« La carte que nous avons faite, est une carte historique sur la première guerre mondiale. Nous avons fait une carte pour chaque année de la grande guerre (de 1914 à 1918).

Nous avons choisi de faire ces cartes, parce que nous trouvions intéressant de mettre en lumière les différents événements qu'il y a eu durant cette guerre. Les événements que nous avons mis dans nos cartes, sont des événements qui, selon nous, sont intéressants à relever. Nous avons fait plusieurs cartes pour comparer l'évolution de 1914 à 1918.

Ces cartes nous permettent de nous informer de tous les événements qu'il y a eu durant la grande guerre. Elles retracent les points importants que nous voulions mettre en évidence. Ces

cartes sont des cartes interactives, c'est-à-dire que la carte se présente sans informations et qu'il faut placer votre curseur sur les pays indiqués pour accéder à ses informations. Il nous semblait intéressant de faire de ces cartes des cartes interactives. Cette méthode nous a aidé à mettre autant d'informations que nous le voulions sans nous soucier de la quantité. Ou du fait de surcharger d'informations nos cartes. »

« Ce projet nous a permis d'élargir nos connaissances autant en histoire, qu'en informatique, qu'en géographie. Il nous a permis aussi de faire un lien entre l'informatique et la géographie que nous n'aurions probablement pas fait sans ce travail. Ce projet nous a également permis de nous

rendre compte que beaucoup de matières sans forcément de lien apparent, sont liées et qu'en les associant, on obtient des sujets tout aussi intéressants voir plus. »

---

« Nous avons choisi d'utiliser Inskape, parce qu'il nous permet de modifier la carte comme bon nous semble. Nous avons pu faire les modifications nécessaires pour obtenir nos cartes. »

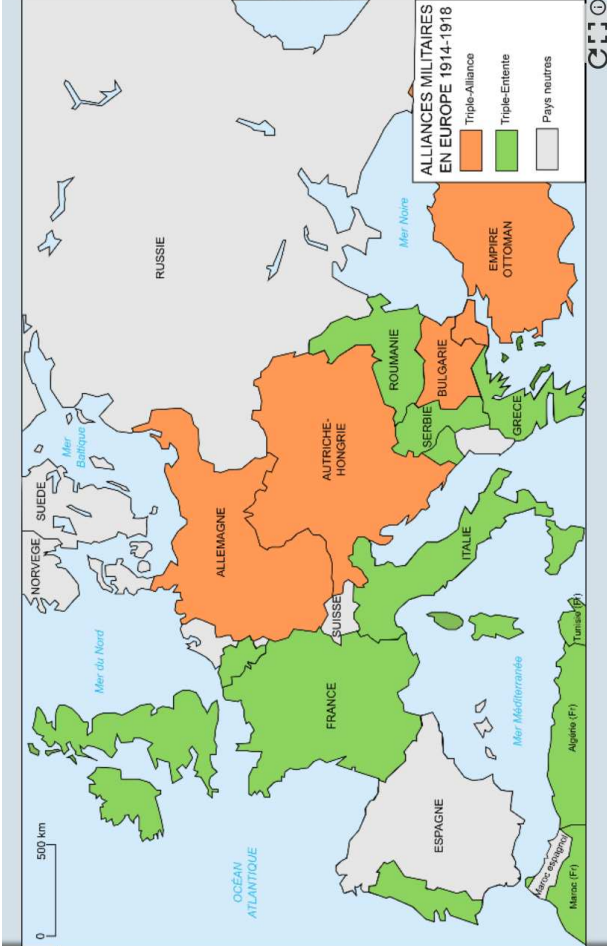
« A l'ouverture de Xia, pour trouver le bon endroit, en cliquant directement sur un pays nous avons inscrit des informations sur le png du fond. Cela évite de se perdre en permet de trouver directement les pays concernés. Puis nous avons exportés sur Xia pour en faire des sites accessibles et lisibles. »



## Informations importantes de 1917

Pour obtenir les informations, il vous faut mettre votre curseur sur :

- La France - Le Royaume-Uni - L'Italie - L'Allemagne
- L'Autriche-Hongrie - La Russie



### France

- 24 février :
  - Victoire alliée sur l'Aisne - les Allemands battent en retraite devant les britanniques.
- 16 avril :
  - Début de l'offensive Nivelle du Chemin Des Dames. L'offensive qui se révèle très meurtrière entraîne les mutineries au sein de l'armée française.
- 17 avril :
  - Entrée en action des blindés français.
- 20 mai :
  - Maintien dans l'armée française : 63 des 112 divisions sont touchées, 629 soldats sont jugés et condamnés et 30 d'entre eux sont exécutés entre avril

### Allemagne

- 31 janvier :
  - Début de la guerre sous-marine totale.
- 3 février :
  - Upure des relations diplomatiques entre les Etats-Unis et l'Allemagne, après l'annonce par celui-ci d'un élargissement de la guerre sous-marine et l'interception d'un message allemand (le télégramme "Zimmerman") incluant le Mexique à entrer en guerre contre les Etats-Unis.
- 19 juillet :
  - Les armées allemandes obligent les Russes à évacuer la Galicie.



FIGURE 2.25 – La grande guerre

## 2.26 Carte de l'Empire romain et de la République romaine

Camille et Leny

« Pourquoi ce projet ?

Nous avons décidé de créer ce projet car le thème de l'Empire romain et République romaine nous intéressait, étant tous les deux en OS Latin. Nous avons remarqué que lorsqu'on nous parlait des différentes batailles, nous n'avions qu'une brève idée de leurs dates et lieux et nous ne savions pas à quoi elles correspondaient. Nous avons donc créé ce document dans l'idée de nous renseigner sur les points les plus importants de ces périodes de bataille et de pouvoir le réutiliser plus tard.

**Choix de la carte**

Notre carte se focalise sur le pourtour méditerranéen et a une projection cylindrique qui implique une légère déformation aux pôles. Ce choix a été fait car il nous fallait montrer l'évolution des frontières de l'Empire romain au fil de temps. Les frontières sont représentées de manière assez sim-

pliste afin de permettre d'avoir une vue d'ensemble plus aisée. Les contours sont hiérarchisés et ont pour but de montrer l'évolution des frontières au fil du temps. »

« Nous avons divisé le travail en deux parties. L'un s'occupait de la carte et des différentes frontières, l'autre s'occupait de la partie explicative des batailles. Pour la partie sur QGIS, nous avons placé des points sur une couche existante qui est simplement la Terre.

Nous avons ensuite trouvé une carte des frontières de l'empire romain au fil des âges et nous les avons reprises. Pour faire une frontière nous devions faire une nouvelle couche polygone en shapefile, chaque frontière a demandé une grande patience car il fallait placer chaque point individuellement, cela a donc été un travail très fastidieux et quelque fois même très ennuyeux.

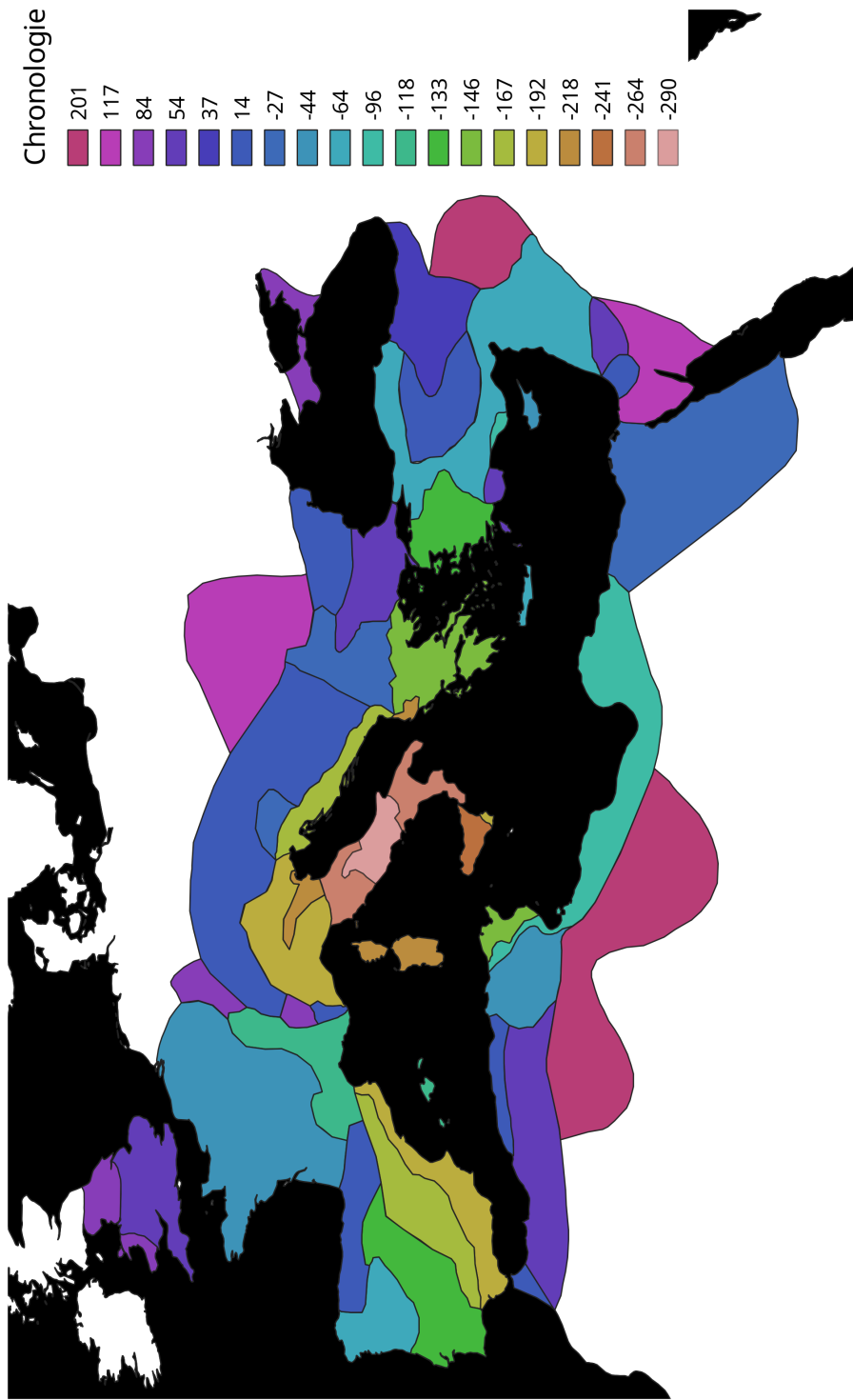
Pour la partie explicative des principales batailles, nous avons recher-

ché des informations sur Wikipédia majoritairement, en nous basant sur la carte choisie au départ mais également en ajoutant d'autres informations pour les périodes que nous ne trouvions pas suffisamment détaillées. La délimitation des frontières étant plus rapide, nous avons ensuite travaillé tous les deux sur les textes explicatifs. »

« Nous sommes satisfaits de l'apparence de notre carte ainsi que du document final mais ils ne sont bien entendu pas parfaits. Si on zoome sur les frontières on s'aperçoit qu'elles ne sont pas tout à fait régulières mais c'est un détail dont on peut minimiser l'importance.

Le fait que la carte soit sous forme d'atlas avec tous les textes et non sous forme interactive, peut rendre la lecture plus difficile, le lecteur étant découragé par la quantité de texte. »

# L'évolution de la République puis de l'Empire romain



*Cette carte montre l'évolution complète de l'expansion de la République puis de l'Empire romain. Chaque couleur représentant une époque différente.*

FIGURE 2.26 – Carte principale

De -345 à -290 :

Première guerre samnite (-343 ou -341) : Les Samnites et les Romains sont 2 peuples en expansion, leur relation est pacifique. Les Samnites attaquent Capoue que Rome défend. Victoire romaine sans conséquences notables pour les Samnites.

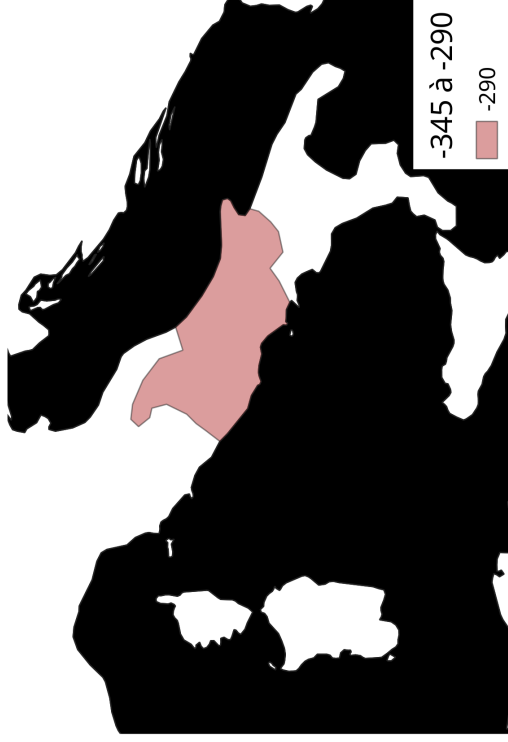
Guerre latine (-340 à -338) : Rome et les Samnites sont alliés et affrontent les Latins, les Volques, les Aurunques, les Sidicins et les Campaniens. Rome s'empare des cités latines et s'impose dans le Latium, provoquant la dissolution de la « Ligue latine ».

Deuxième guerre samnite (-327 à -304) : conflits à Frégelles entre les Samnites et les Romains. Véritable déclenchement de la guerre à propos de Naples.

Désastre militaire romain lors de la bataille des Fourches Caudines en -321. Une paix ne réglant rien est conclue en -304

Troisième guerre samnite (-298 à -290) : les Samnites, les Etrusques et les Gaulois se confrontent aux Romains.

La victoire romaine marque la fin de l'indépendance samnite et également du plus grand obstacle de la domination romaine sur la péninsule.

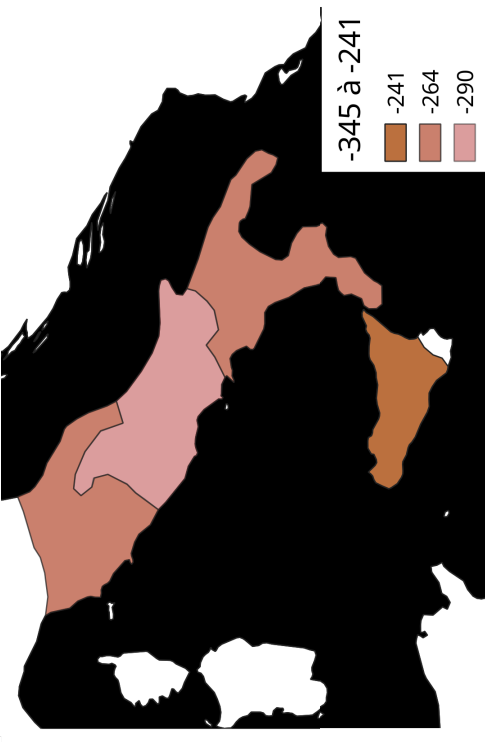


De -289 à -241 :

Guerre de Pyrrhus (-281 à -275) : La ville grecque de Tarente est menacée par l'expansion romaine et demande l'aide de Pyrrhus. Celui-ci bat les Romains à 2 reprises avant de partir en Sicile afin de chasser les Carthaginois. Il n'y parvient pas et retourne en Italie pour affronter une dernière fois les Romains. Il perd cette bataille et permet donc à Rome d'achever la conquête du sud de la péninsule et de soumettre les cités grecques.

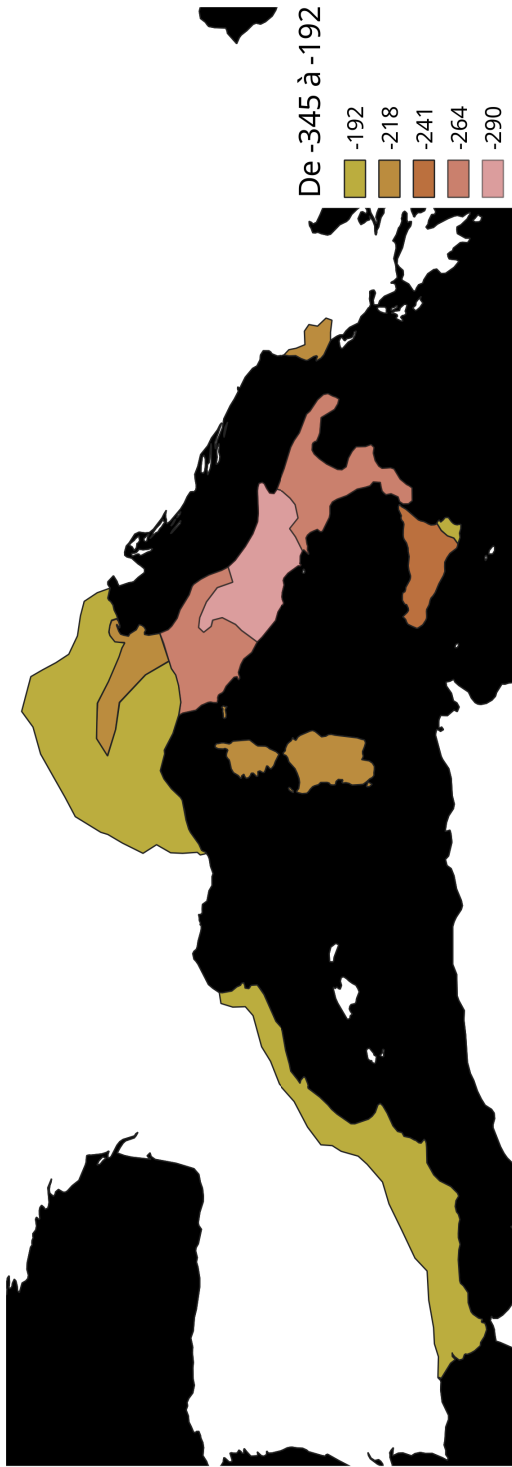
Première guerre punique (-264 à -241) : Rome s'oppose à Carthage pour le contrôle de la Sicile. Cette victoire incite les Romains à débarquer à Carthage mais cette expédition se finit par un désastre romain en -255. Les Romains soumettent ensuite la partie orientale de la Sicile avant une longue série de victoires et de défaites en mer.

En -241 une ultime bataille navale permet à Rome de s'imposer face à Carthage et de prendre le contrôle de la Sicile.



2

FIGURE 2.27 – Évolution



De -219 à -192:

Deuxième guerre punique (-218 à -201) : Carthage se relève de sa défaite lors de la première guerre punique et étend son influence en Hispanie. Hannibal s'empare de Sagonte, ville alliée à Rome. En -218, il part d'Espagne et arrive en Italie avec ses éléphants. La bataille du Tessin marque la première défaite romaine. Les Romains subissent également une lourde défaite lors de la bataille de Trébie. Hannibal continue son avancée et s'impose face à Rome plusieurs fois.

Après plusieurs années de combat en Italie, la guerre se porte en Afrique. Scipion l'Africain affronte Hannibal et le bat lors de la bataille de Zama. Carthage subit donc une perte importante de ses territoires en Hispanie.

La première guerre macédonienne (-214 à -205) : La première guerre macédonienne a opposé la République romaine et le royaume de Macédoine sous le règne de Philippe V de -214 à -205. Les causes de ce conflit étaient l'expansionnisme macédonien en Illyrie, qui était sous protectorat romain, et l'alliance informelle entre Philippe et Hannibal Barca. Les Romains ont obtenu l'aide de la Ligue étolienne et de Pergame. Le traité de Phœnicé qui a mis fin à cette guerre mineure a été favorable aux Macédoniens. Ce conflit mineur a ouvert la voie à l'intervention romaine en Grèce durant la deuxième guerre de Macédoine.

La deuxième guerre macédonienne (-200 à -197) : La deuxième guerre macédonienne a opposé Rome et le royaume de Macédoine de -200 à -197. Philippe V, roi de Macédoine, voulait étendre son territoire et a été défait par les Romains lors de la bataille de Cynoscéphales. Cette guerre a ouvert la voie à l'intervention romaine en Grèce.

La Gaule cisalpine (-200 à -191) : L'issue de la deuxième guerre punique n'ayant pas été favorable à la Gaule cisalpine, les Romains défont de nouveau les Celtes à Bœtriacum (Calvatone actuelle) en -200, bataille à l'issue de laquelle seuls les Boïens et les Insubres opposent une résistance. Après la reddition de ces derniers à Mutina (Modène actuelle) en -194, les Boïens résistent face à Rome jusqu'en -191. Dès lors, la Gaule cisalpine tombe sous la dépendance de la République romaine.

FIGURE 2.28 – Suite de l'évolution

## 2.27 Paris en 6 jours

### Diego et Noah

« Sur notre carte, nous pouvons apercevoir six parcours, représentant chacun un jour de visite. Comme nous pouvons le voir, chaque parcours est d'une couleur différente. Sur ces parcours, il y a des points indiquant des monuments ou des lieux intéressants. En cliquant sur ces points, une bannière apparaît sur laquelle nous pouvons voir une petite explication, une indication sur ce lieu ou monument. Les points les plus proches sont reliés entre eux et forment ainsi six boucles qui passent par les points les plus intéressants de Paris. Ce qui est intéressant avec ces boucles est que la personne utilisant la carte peut commenter son trajet ou il veut car c'est une boucle donc il finira de toute façon par voir tous les monuments. Pour ce qui est des monuments et des lieux que nous avons choisis, nous

nous sommes basés sur nos propres connaissances pour déterminer ceux qui nous paraissaient les plus intéressants. Ce choix est subjectif et nous avons fait ce qui nous semblait logique, il est donc possible que d'autres personnes l'aient choisi d'autres monuments ou lieux. »

« Nous avons décidé de faire cette carte sur uMap. Effectivement, ce logiciel permet de superposer facilement à la carte, des points et des lignes (et encore bien d'autres fonctionnalités que nous n'avons pas utilisées). À ces points, nous pouvons également ajouter très simplement un nom, une description et une image. Le logiciel uMap nous permettait aussi de créer une map interactive ce qui nous intéressait énormément vu que nous voulions réaliser une carte

où les différents éléments apparaissent quand nous cliquons dessus. Notre choix s'est de plus porté sur uMap car il utilise les cartes du logiciel OpenStreetMap qui est un logiciel libre donc que tout le monde peut modifier. »

« Nous n'avons jamais réalisé de projet semblable à celui-ci, il nous a permis non seulement d'utiliser uMap que nous ne connaissions pas, mais aussi de connaître mieux Paris et ces monuments historiques. Ce projet nous a également permis de nous représenter l'importance que peuvent avoir les cartes. Elles agrandissent les connaissances que nous avons du monde. Il est également intéressant de voir qu'il y a un nombre de cartes, aux utilités toutes diffères »

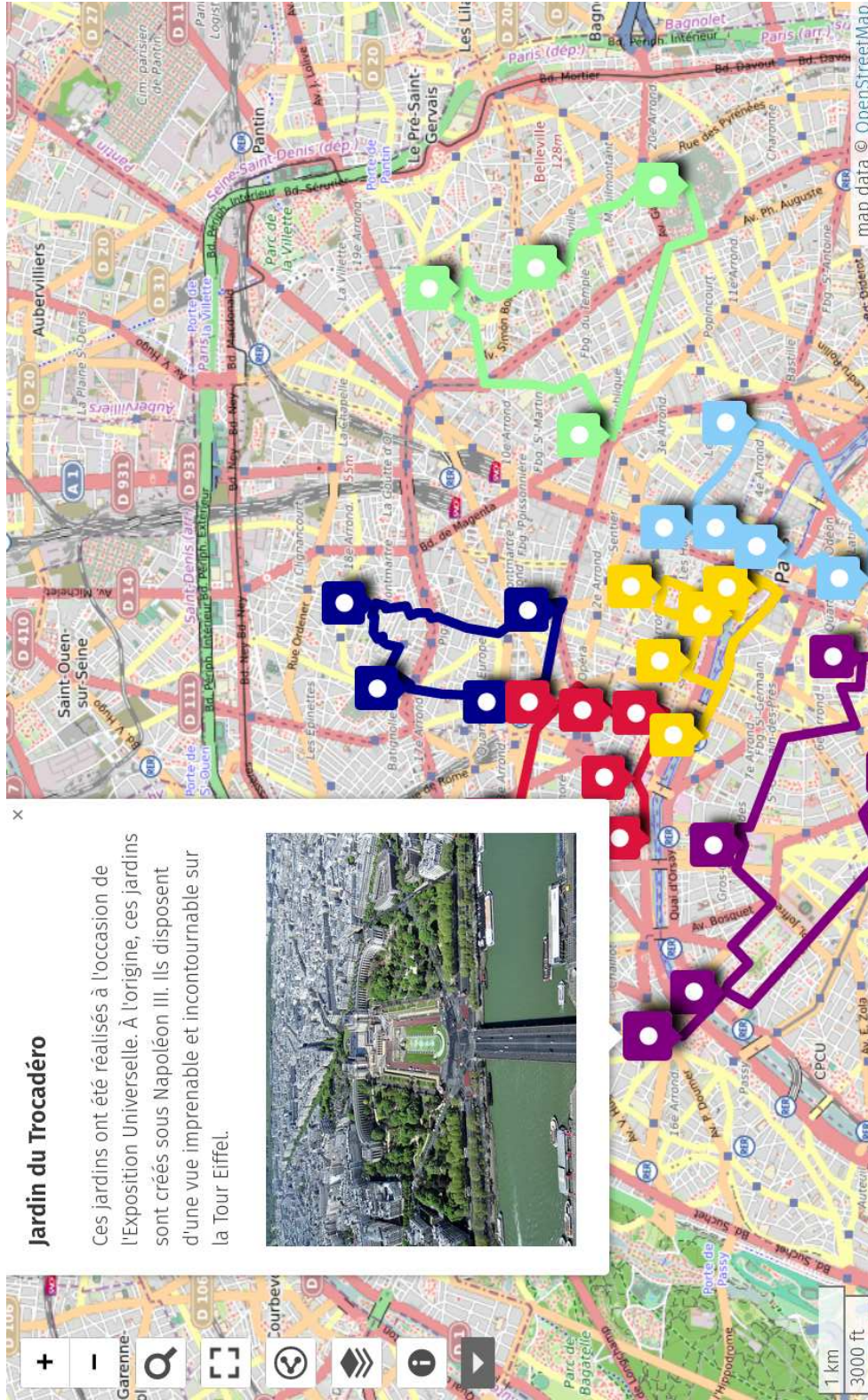


FIGURE 2.29 – Tour de Paris  
[https://umap.openstreetmap.fr/fr/map/plan-paris\\_1033934#13/48.86666/2.3416](https://umap.openstreetmap.fr/fr/map/plan-paris_1033934#13/48.86666/2.3416)

## 2.28 Île

### Romane et Anthony

« Comme une seule « île » ne peut pas abriter tout ce dont des humains ont besoin pour vivre, nous avons imaginé une île-ville où l'on peut retrouver seulement quelques essentiels comme un des habitations, un hôpital ou une école. Puisque l'idée originale était de faire une citadelle, il nous a paru évident de mettre un château. Celui-ci renforce évidemment cette idée d'univers fantastique. La décision d'insérer des légendes pour chaque zone nous a poussé à réfléchir à propos de l'histoire (fictive) du peuple de l'île. Cela nous a permis, pour un court instant, de nous plonger dans le métier des personnes qui inventent des nouveaux univers et des mondes fantastiques comme les auteurs ou les réalisateurs. D'une certaine manière, cela nous a également permis de nous questionner sur la nécessité et l'utilité de chaque zone.

(Pour qui ? / dans quel but ?). »

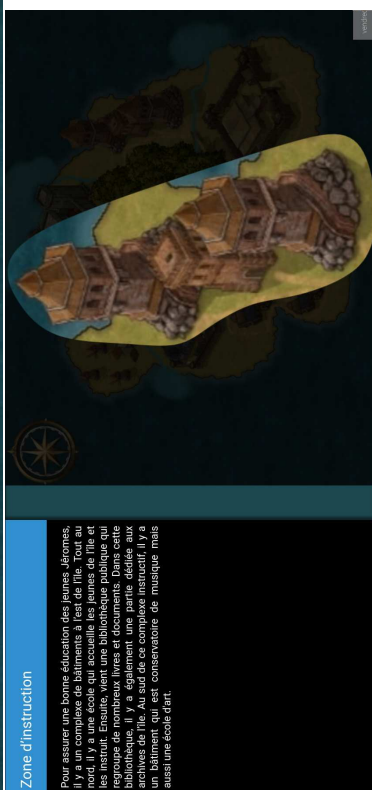
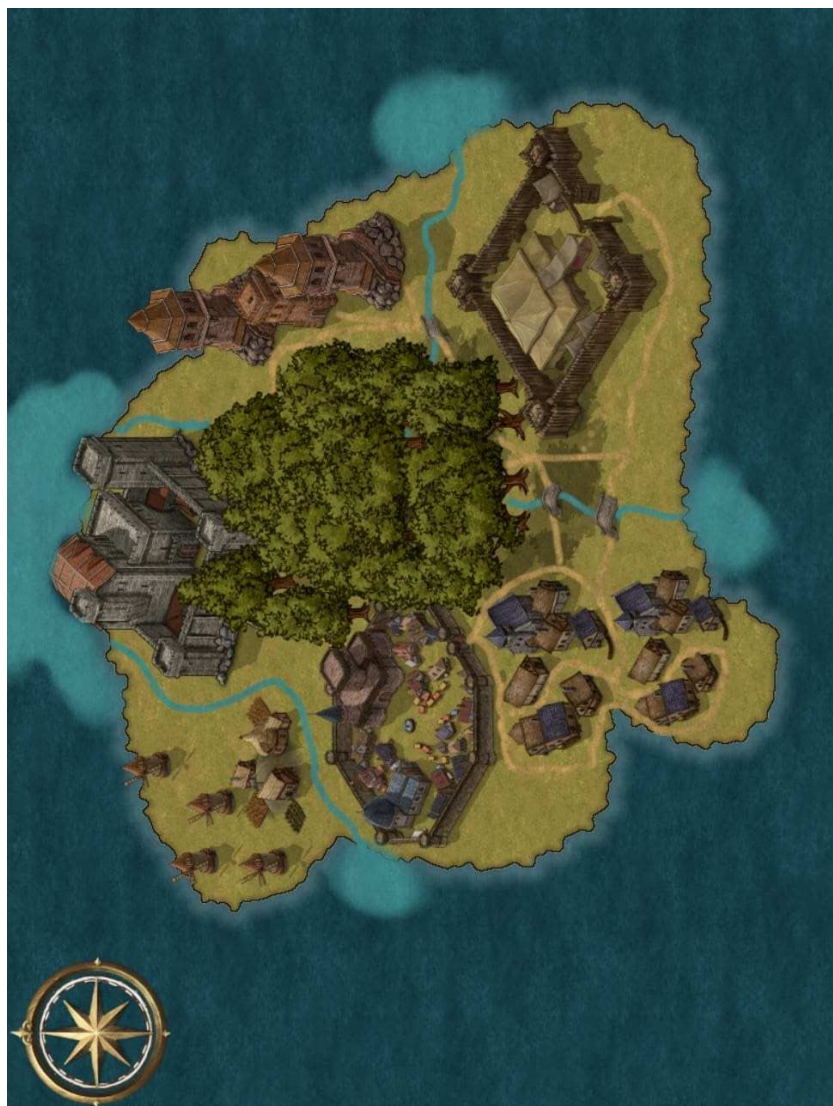
---

« Puisque nous voulions inventer nous-même l'intégralité de la carte, nous avons tout d'abord opté pour un dessin fait à la main. Pour commencer, nous avons fait plusieurs croquis au crayon sur un papier. Nous pouvions y dessiner et écrire toutes les idées qui nous venaient en tête. Nous avons fait un croquis final avant de passer à un dessin uniquement informatif pour faciliter son utilisation par la suite. Nous avons donc commencé par dessiner la carte avec l'application Krita à l'aide d'une tablette graphique. Nous avons très rapidement changé de fonctionnement lorsque nous avons remarqué la complexité du travail avec une tablette graphique [...] cette version de la carte ne nous convenait pas car il y

avait des problèmes de proportions et de perspective. Nous avons finalement utilisé le site de dessin Inkarnate qui correspondait très bien à l'univers fantasy que nous voulions créer. »

« Inkarnate est un site très pratique et facile d'utilisation car 'il n'y a pas besoin d'avoir de grands talents de dessinateur pour créer une carte qui nous convient et qui est esthétiquement belle. En effet, pour créer une carte, nous avons à disposition des éléments déjà existants, comme de la terre, des arbres, des châteaux ou des maisons, et nous pouvons les aménager de la manière que l'on veut. [...] Ensuite on utilise le logiciel xia qui prend la plan de l'image et le plan des zones. Xia fait un site dans lequel il met l'image, un document index.html et un document css.js. Ce site donne aussi accès à un site web avec une carte interactive. »





**Zone d'instruction**

Pour assurer une bonne éducation des jeunes Jérômes, il y a un complexe de bâtiments à l'est de l'île. Tout au nord, il y a une école qui accueille les jeunes de l'île et les mages en apprentissage. Au sud, il y a une bibliothèque de nombreux livres et documents. Dans cette bibliothèque, il y a également une partie dédiée aux archives de l'île. Au sud de ce complexe instructif, il y a un bâtiment qui est conservatoire de musique mais aussi une école d'art.

FIGURE 2.30 – Île imaginaire

## 2.29 titre

### Prénoms et noms

« Et au fil des discussions, dès qu'il s'agissait de se rappeler des moments agréables de notre enfance, les souvenirs des moments passés au Bois du petit château refrent souvent surface. [...] Ce fut un moment agréable et nous avons donc décidé de faire notre projet sur le bois du petit château. »

« Dès le mercredi d'après, pendant les leçons d'informatique nous sommes allés avec une carte des enclos refaire le Zoo. Nous avons pris note de chaque animal qu'il y a dans les enclos et quelques informations que donne le Zoo sur les animaux (espèce, poids moyen, taille moyenne, origine et alimentation). Quand les informations n'étaient pas disponibles sur les fiches du Zoo nous les avons trouvés sur internet.

La carte a été faite sur umap et nous y avons mis tous les enclos avec les

animaux qui les occupent et les informations récoltées et nous les avons coloriés en fonction de la zone d'origine de l'animal. Nous avons donc utilisé 8 couleurs, le rouge pour l'Amérique du sud, le bleu foncé pour l'Europe centrale, le bleu pour l'Europe du Nord, le blanc pour le cercle arctique, le jaune pour la Corse, le vert olive pour l'Asie du Sud, le vert fluo pour exotique (Australie, Amérique centrale), vert kaki pour la Corse et gris pour les animaux domestique. La carte que nous avons fait est là pour donner une idée des animaux que possède le Zoo et aussi pour voir en un coup d'œil d'où ils viennent.

Chaque enclos est partagé, si l'enclos rouge central est d'une seule couleur c'est qu'il y a un enclos pour les 2 espèces, et comme les deux espèces ne viennent pas du même endroit géo-

graphique nous avons mis la goutte du Mouflon en vert kaki car il vient de Corse. On voit assez clairement que le zoo a reparti les animaux en fonction de leurs provenances. Il y a une majorité d'espèce provenant d'Europe centrale ce qui est assez normal car les animaux sont à l'air libre tout l'été et doivent donc supporter le climat Suisse. »

---

« Nous avons vraiment aimé réaliser ce projet. C'était vraiment une belle expérience qui fut bien évidemment informatique mais qui comportait des moments où nous devions allés sur le terrain et réellement cartographier, prendre des informations, etc. Et finalement ce projet nous a permis de découvrir et de tester umap ce qui est que bénéfique nous voudrions refaire une autre carte à l'avenir. »

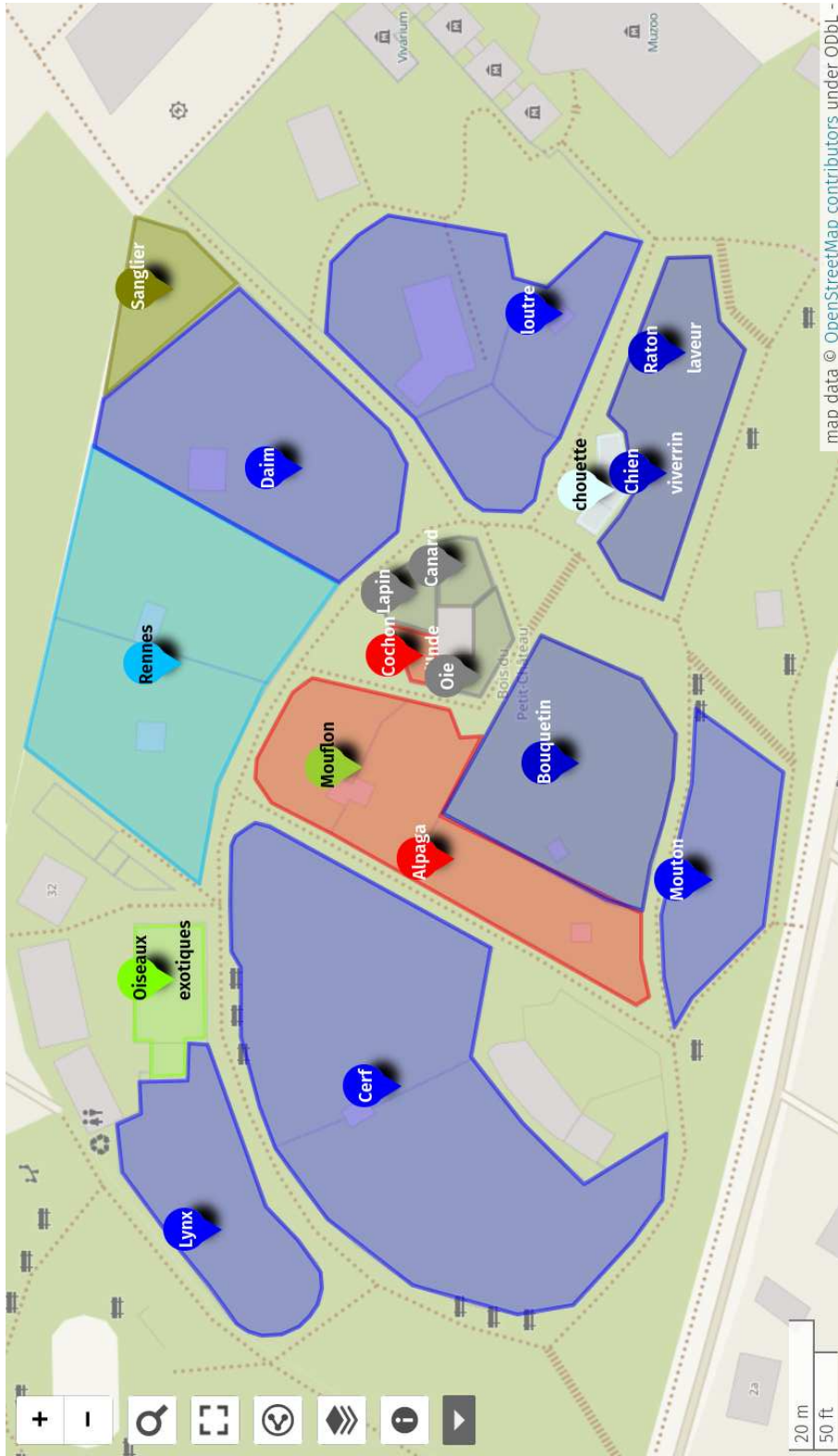


FIGURE 2.31 – Le bois du petit château.  
<https://umap.openstreetmap.fr/fr/map/boit-du-ptit-1069005#19/47.10574/6.82227>

## 2.30 Carte thermique sur le prix des loyers parisiens

Lenny et Léo

« Dans ce projet, nous avons voulu illustrer les différences de prix des loyers des arrondissements de Paris par mètre carré. Nous avons choisi Paris, car la ville est construite par arrondissements, il était alors plus facile de délimiter. [...] la ville est réputée pour ses loyers coûteux. Mais pourquoi sont-ils parfois si coûteux et pourquoi ces écarts de prix ? »

« Nous avons relevé plusieurs facteurs influant des différences de prix. Tout d'abord, nous pouvons remarquer que les arrondissements du centre (de 1 à 7) sont globalement coûteux, en raison du grand nombre de monuments importants et de l'activité touristique qui ramènent des millions de visiteurs chaque année. Le centre de la ville, comprenant la Cathédrale Notre-Dame de Paris, Le Musée du Louvre, la Tour Eiffel et la Seine est réputé pour être attractif. Si tout ces monuments sont situés au centre de la ville, c'est simplement parce que la ville s'est construite à partir du

centre, pour ensuite se développer autour de celui-ci, par couches. Ensuite, on constate que les arrondissements sont de moins en moins coûteux partant de l'ouest vers l'est. Cette fois la raison est purement naturelle, car c'est le vent qui est coupable de cette différence. Le vent Parisien souffle principalement de l'ouest vers l'est, Les quartiers ouest étaient alors plus épargnés de la pollution produite par les usines et l'industrie durant la construction de la ville. Il est donc logique que ce soit à l'ouest que la bourgeoisie se soit installée. Aujourd'hui, même si ce schéma semble évoluer, la différence est toujours remarquable. »

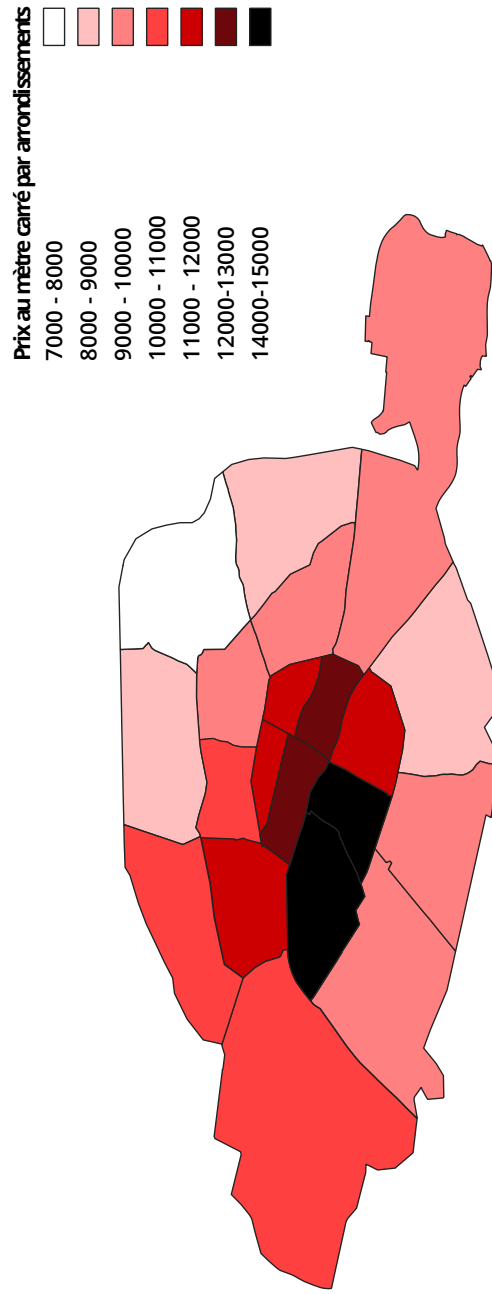
---

« Pour ce projet nous avons choisi d'utiliser le logiciel QGIS, logiciel que ni l'un ni l'autre n'avions jamais utilisé. C'est un logiciel de système d'informations géographique (SIG) libre. Nous avons choisi QGIS car il nous a permis d'éditer et composer une carte

à imprimer. QGIS fonctionne sous forme de couches, qui donnent un thème particulier de données. Nous avons créé une couche qui comporte les arrondissements de Paris, puis dans les attributs nous avons rendu une colonne destinée aux prix des logements par arrondissement. Nous avons choisi une échelle et classer les arrondissements de moins au plus chère puis nous avons attribuer des couleurs plus ou moins foncées en fonction du prix afin qu'on puisse se repérer facilement sur notre carte. Puis pour finir, nous avons édité notre carte, mis un titre et les informations importantes comme indiquer le nord et mis les légendes. » « Nous avons rapidement terminé notre carte qui rend parfaitement comme on l'imaginait. Nous trouvions également pertinent de mettre des couleurs sur notre carte pour que cela soit facile de pouvoir les différencier en regardant notre carte. Mettre ces couleurs permettait aussi d'attirer d'avantage l'œil, et de la rendre plus gaie. »

# PARIS

Carte présentant le prix moyen d'un logement au mètre carré par arrondissement



Globalement, on peut remarquer que plus on s'approche de l'est, plus le prix du loyer diminue. On peut également observer que le logement au centre de la capitale est plus coûteux.



FIGURE 2.32 – Prix par arrondissement

## 2.31 Manhattan en 3D

### Margau et Dylan

« [...] comprendre comment un plan 2D, issu d'OpenStreetMap, peut être converti en un plan 3D sur Blender et examiner les défauts et les avantages reportés. Cette réflexion sera détaillée de manière précise dans la section « Recherches ».

Pourquoi avons-nous choisi Manhattan et pas un autre quartier ? Manhattan présente une diversité architecturale unique avec ses différents types de bâtiments, ses variations de hauteur, et des structures mondialement connues et facilement reconnaissables. De plus, la présence de routes, d'autoroutes, et de zones côtières en fait un choix idéal.

Contrairement à un simple quartier résidentiel où les maisons se ressemblent beaucoup, Manhattan offre un riche paysage urbain à modéliser, rendant notre projet à la fois stimulant et représentatif de la complexité d'une grande ville.

En conclusion, notre projet se concentre sur la conversion d'un plan 2D de Manhattan issu d'OpenStreetMap à un plan 3D en utilisant Blender. » « Avant de s'y rendre, vous pourriez penser que n'importe quelle autre carte, que ce soit Google Maps ou Plans d'Apple, lui ressemble. Mais sa particularité est que n'importe quelle personne qui crée un compte peut personnaliser et modifier OpenStreetMap pour répondre à des besoins spécifiques, comme la cartographie de sentiers de randonnée, de pistes cyclables, ou d'autres informations locales précises, comme l'emplacement de certains arbres et même de leur type. En fait, si l'on compare la carte d'OpenStreetMap à celle de Google Maps, nous verrons que celle d'OSM est bien plus détaillée avec des éléments qui ne se retrouvent pas forcément sur Google Maps. »

---

« Pour notre projet de modélisation en 3D du quartier de Manhattan, nous avons choisi d'utiliser Blender. Ce choix s'explique par plusieurs raisons liées aux fonctionnalités et à la flexibilité.

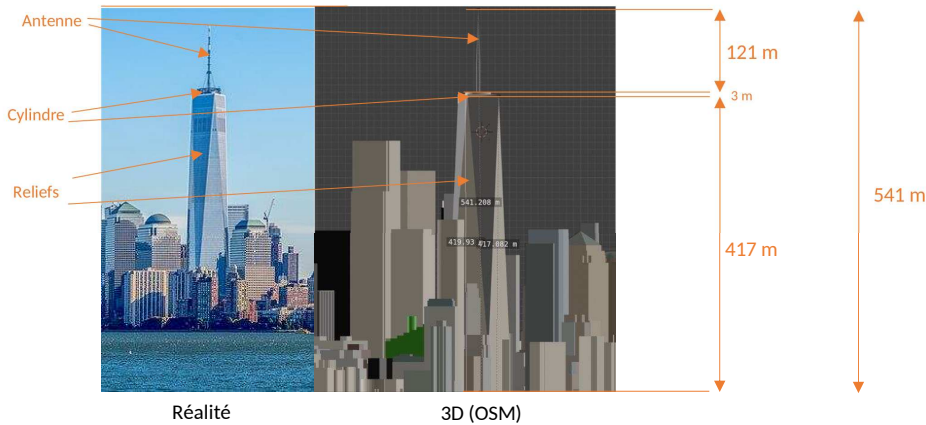
Blender est un logiciel libre et gratuit de modélisation, de rendu, d'animation et de création 3D. Il est largement utilisé dans divers domaines tels que l'animation, le design, l'architecture et les jeux vidéo. »

« Nous avons trouvé impressionnant le fait de pouvoir tourner la ville dans tous les sens et de pouvoir zoomer où nous le souhaitons, afin de découvrir encore mieux une ville que sur une simple carte en format papier. Cela peut nous faire réfléchir que bientôt il existera des cartes virtuelles où il suffira de prendre son casque de réalité virtuelle et de se promener où l'on souhaite. »

### 3. Recherches

Dans ce travail de recherche, nous allons partir en exploration dans OpenStreetMap et Blender afin de trouver une réponse à notre question : comment est-ce possible qu'on puisse faire un modèle 3D avec Blender et OpenStreetMap.

Premièrement, nous avons remarqué que sur OpenStreetMap, nous pouvions interroger les objets sur la carte, c'est-à-dire connaître leurs informations. Comme vous pouvez le voir ci-dessous, nous avons les informations du One World Trade Center. Plusieurs éléments différents le composent afin de faire des formes différentes qui s'allient ensemble. En effet le One World Trade Center n'est pas un simple bloc mais a une antenne avec un cylindre juste en dessous et des reliefs sur sa façade.



Vous pouvez voir ci-dessus que nous avons mesuré directement la hauteur du gratte-ciel sur Blender et que cela est correct. Le One World Trade Center mesure bien 541 m si nous allons sur Internet pour vérifier l'information. Mais comment Blender, en plus de modéliser presque à la perfection le gratte-ciel, a-t-il fait pour avoir les mesures réelles ? Si nous revenons sur OpenStreetMap avec les informations qui le composent et que nous prenons l'antenne, nous observons que la taille est mentionnée et qu'elle est belle et bien de 541 mètres maximum et de 420 mètres minimum. L'antenne mesure donc 121 mètres. Le cylindre, quant à lui fait 3 mètres de hauteur. Seulement, il n'est pas représenté à la perfection comme dans la réalité. Toutefois les éléments sont dans les bonnes proportions et se rapprochent de la vraie architecture.

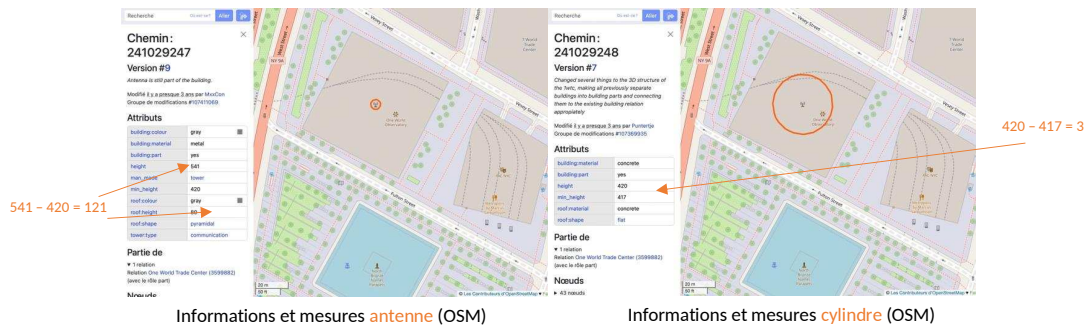


FIGURE 2.33 – Blender — OSM

## 2.32 Restaurants d'une zone de la Chaux-de-Fonds

Colin et Ludovic

« Notre but était de créer une carte interactive qui répertorie cinquante restaurants dans la zone du centre-ville de la Chaux-de-Fonds pour fournir une vue d'ensemble des options disponibles. Les restaurants sont classés selon leur type d'établissement, par exemple : kebab, restaurant, bar, etc. Ils sont également classés par prix, la qualité de leurs consommations et leurs notes. Le but est donc d'avoir une carte accessible où l'on peut sélectionner les filtres selon nos envies. »

---

« Pour ce projet, nous avons utilisé le logiciel uMap. Un logiciel libre et

open source qui permet de créer des cartes personnalisées en utilisant les données géographiques d'OpenStreetMap. Son interface et son utilisation sont assez simples, ce qui nous a facilité la tâche au début. Il permet de pouvoir personnaliser les cartes en y ajoutant des filtres, des marqueurs, des icônes, des descriptions de lieux, etc. Toutes ces qualités nous ont fait opter pour ce logiciel. »

« En conclusion, cette carte va bien plus loin qu'une carte avec simplement les restaurants d'une zone. Le but de cette carte est donc de l'utiliser en temps réel pour trouver une enseigne selon ces envies. En la créant,

nous avons pu découvrir un grand nombre de restaurants. Nous ne nous attendions pas à voir autant de restaurants. Au départ, le but de notre projet était de cartographier l'environnement de la ville, mais ça en représente environ deux-cent cinquante ! Ce qui est beaucoup trop par rapport au temps à disposition. C'était intéressant de faire ce travail, car nous avons pu découvrir des enseignes que nous n'avions jamais vues. Nous avons également aimé aller vérifier les informations sur les restaurants par nous-mêmes, ce qui nous a menés à discuter avec des tenanciers dans certains cas. »



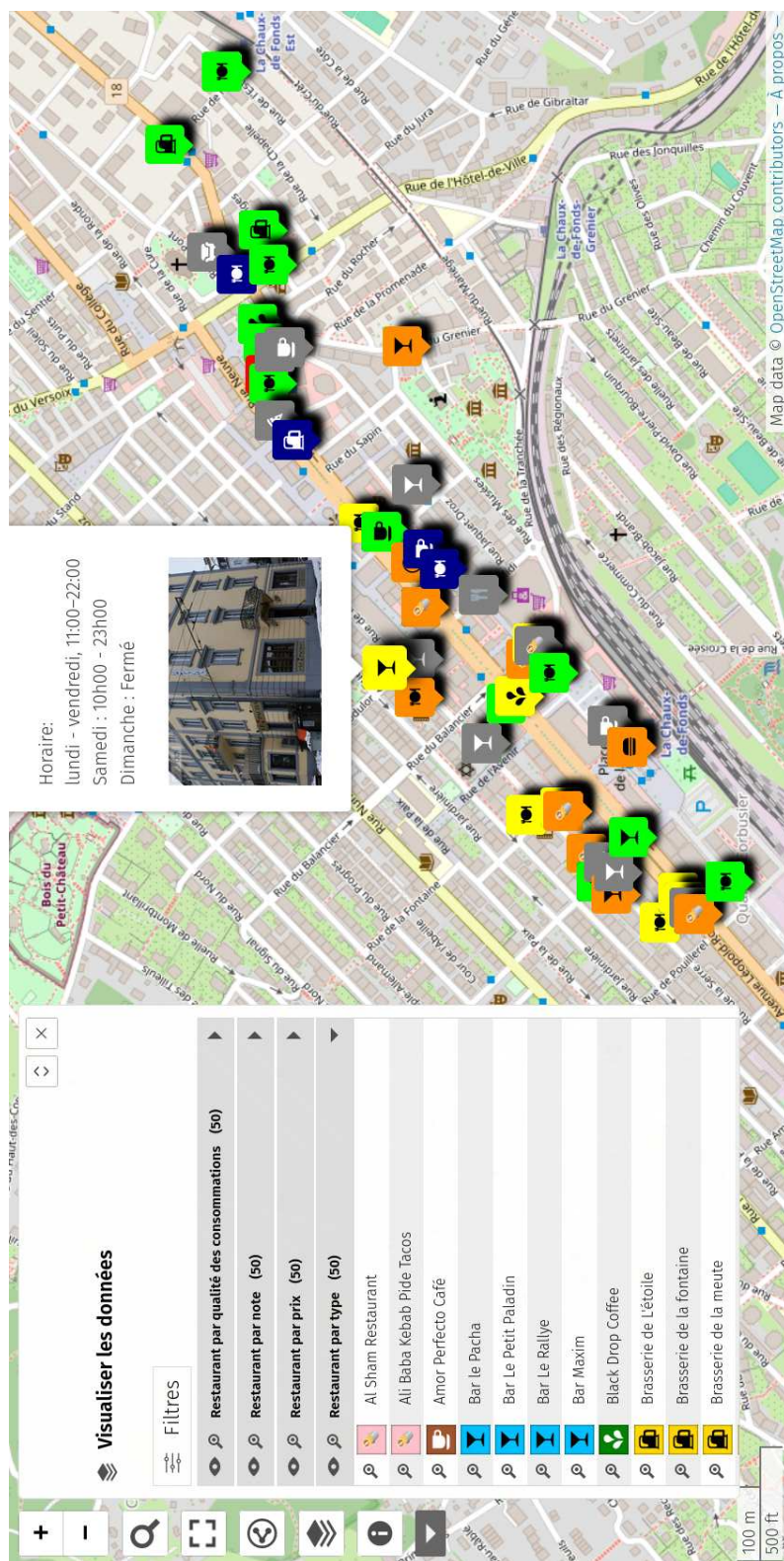


FIGURE 2.34 – La carte  
[https://umap.openstreetmap.fr/fr/map/carte-restaurant-la-chaux-de-fonds\\_1027530#16/47.1006/6.8291](https://umap.openstreetmap.fr/fr/map/carte-restaurant-la-chaux-de-fonds_1027530#16/47.1006/6.8291)

## 2.33 Carte des funiculaires de Suisse

### Marie et Céliane

« Nous avons choisi de créer avec Umap une carte des funiculaires en fonction de Suisse pour plusieurs raisons : tout d'abord pour démontrer leur importance dans le patrimoine culturel [...] Nous voulions aussi représenter leur importance touristique puisqu'ils connectent souvent à des stations de ski ou à des sentiers de randonnée; ou alors leur rôle de transports urbains. Les funiculaires sont bien plus que des moyens de transports, ils sont des témoins d'ingénierie, d'histoire, d'accessibilité, et de l'importance pour les Suisses de surmonter les défis géographiques pour conquérir leur propre territoire. Tout ça est possible en créant une carte les recensant qui montre leur nombre, leur répartition,

et donne des informations sur les funiculaires particuliers, identifiables facilement grâce au code couleurs. »

---

« Nous nous sommes basés sur des listes de funiculaires existantes et avons fait des recherches supplémentaires pour connaître plus d'informations, que nous avons ajouté dans le cas les trajets bleus. Le système de couleurs est le suivant : rouge pour les funiculaires simples, urbains ou de randonnée. En cliquant sur la ligne du trajet, la longueur et le dénivelé en mètres et la date de mise en service s'affichent. En vert sont les funiculaires doubles, où il faut changer de rame à une gare intermédiaire pour arriver à destination. Les descriptions s'affichent quand on clique

sur les lignes de trajet Cela se produit quand les deux voies ferrées ne sont pas construites en même temps pour des raisons technologiques. En bleu sont les funiculaires qui présentent des particularités, comme le funiculaire de Fribourg ou le Skymetro ou tous ceux qui présentent des records. »

« L'idée des funiculaires nous est venue, pour les raisons citées plus haut. La recherche d'informations à ce sujet a été compliqué, tout d'abord car elles sont rares mais aussi car elles sont pratiquement toutes en allemand. [...] Toutefois ce travail nous a appris pleins de choses sur l'histoire des technologies, il a nourri notre questionnement sur l'histoire ferroviaire et sur la conquête des Alpes. »

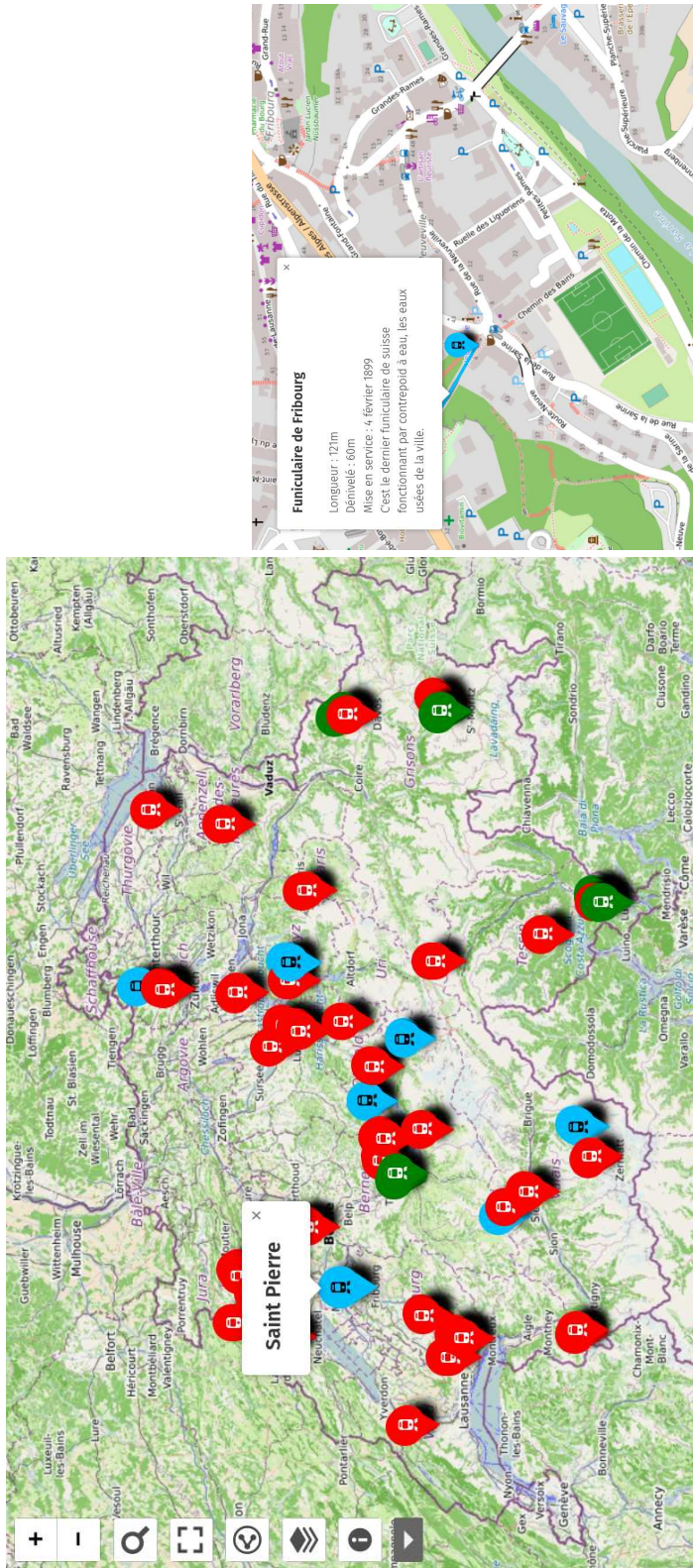


FIGURE 2.35 – Les funiculaires suisses

## 2.34 Carte des loisirs

### Renée et Jonas

« La carte offre une perspective nouvelle sur la répartition des divertissements à La Chaux-de-Fonds, s'adressant tant aux touristes qu'aux habitants de la ville, qui pourront ainsi découvrir de nouvelles activités.

En proposant une vue d'ensemble des options de loisirs, nous espérons encourager l'exploration et l'appréciation des richesses locales. Cette cartographie s'adresse non seulement aux touristes mais également au habitant de la Chaux-de-Fonds. »

---

« La mise en œuvre de notre projet a été jalonnée de plusieurs difficultés, principalement parce que nous n'avons pas de logiciels répondant parfaitement à nos besoins initiaux. Notre idée de départ était de créer une sorte d'organigramme ou de carte mentale interactive, regroupant di-

vers types de loisirs (musées, parcs, etc.). Nous souhaitions que chaque catégorie puisse être cliquée pour afficher une carte détaillée de La Chaux-de-Fonds avec des points d'intérêt spécifiques. Nous avons d'abord tenté de réaliser cet organigramme avec Inkscape, mais nous avons rapidement constaté que ce programme ne répondait pas à nos exigences. Il ne permettait pas l'interactivité souhaitée ni une intégration fluide avec les données géographiques. Après plusieurs essais infructueux, nous avons finalement opté pour OpenStreetMap, qui offrirait les fonctionnalités nécessaires pour catégoriser les loisirs payants et gratuits à La Chaux-de-Fonds. Le changement de logiciel a nécessité une adaptation de notre app proche, mais nous a permis de créer une carte fonctionnelle et esthétiquement agréable. »

« Travailler en équipe sur ce projet a été extrêmement enrichissant. La collaboration et les échanges d'idées ont favorisé le développement de solutions innovantes et ont enrichi notre démarche. Ce projet nous a non seulement permis de mieux comprendre notre environnement urbain, mais aussi de maîtriser des outils et des techniques qui seront sans doute précieux dans nos futures carrières professionnelles et académiques. Nous sommes fiers du résultat final et espérons qu'il apportera une nouvelle dimension à la découverte des loisirs à La Chaux-de-Fonds. Nous croyons que cette carte interactive offrira une ressource précieuse pour les habitants et les visiteurs, en rendant plus accessible et attrayante l'exploration des nombreuses activités disponibles dans la ville. »

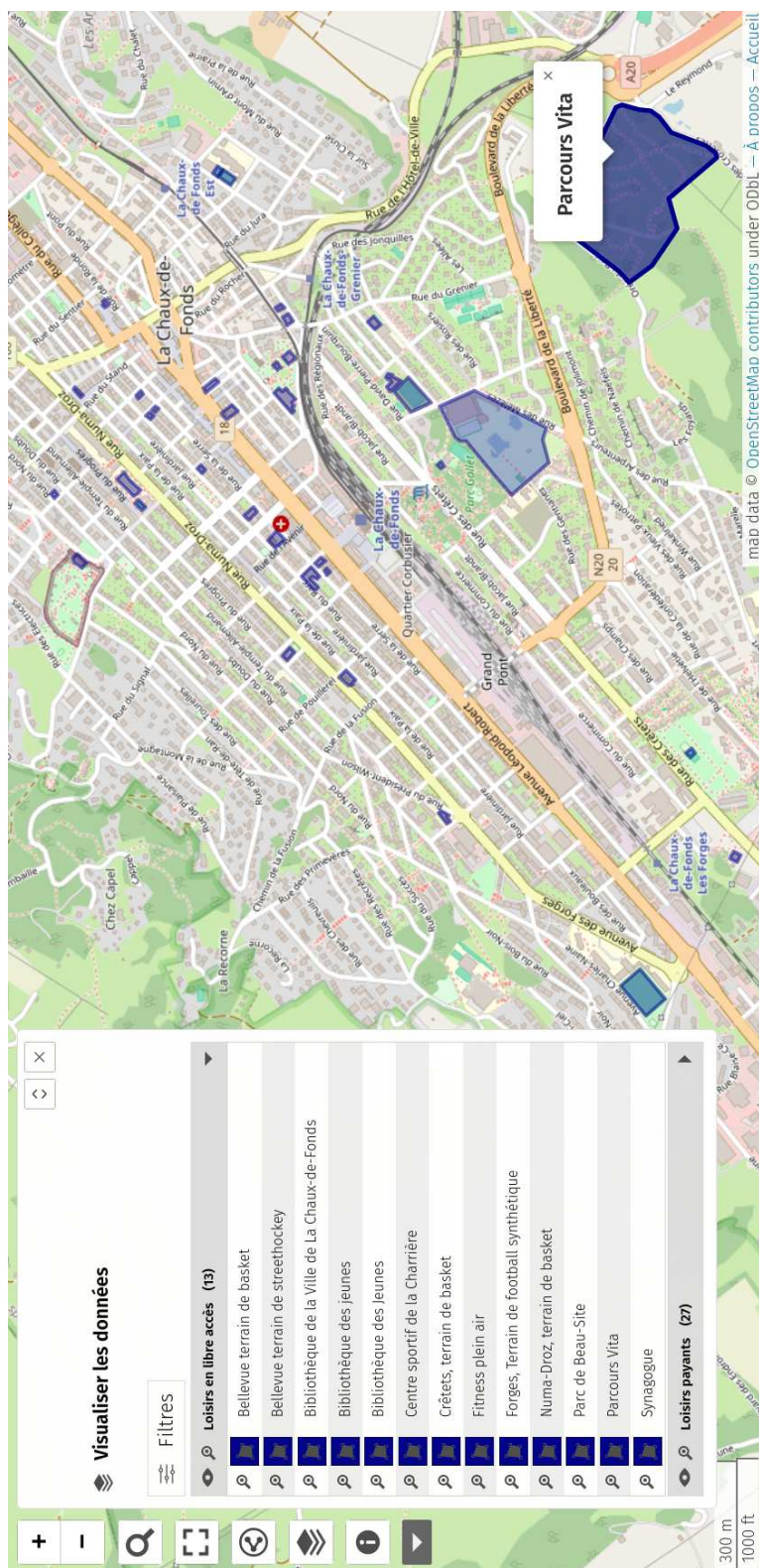


FIGURE 2.36 – Carte des loisirs  
[https://umap.openstreetmap.fr/fr/map/carte-des-loisirs\\_1056195#14/47.0990/6.8223](https://umap.openstreetmap.fr/fr/map/carte-des-loisirs_1056195#14/47.0990/6.8223)

## 2.35 Films en Suisse

### Maxime et Jeremy

« Nous voulions à la base faire notre projet sur une carte de notre serveur Minecraft s'inspirant du site MapGenie qui regroupe des cartes de plusieurs jeux vidéos. Malheureusement nous n'avons pas pu aboutir à ce projet pour diverses raisons. Nous avons alors repensé à une ancienne discussion que nous avions eu pendant une pause qui était de savoir quels films avaient été tournés dans la région. Il nous est alors venu l'idée de faire une carte montrant les différents lieux de tournage en suisse utilisés dans des films, rien que pour notre curiosité. »

---

« Nous avons rencontré la plupart de nos difficultés lors de notre premier essai de projet sur la carte Minecraft. Tout d'abord il nous était compliqué

d'accéder pendant les cours au monde sur lequel se base notre carte en raison du blocage de nombreux site par le service informatique. Après avoir finalement réussi à avoir un aperçu de notre carte (sans marqueurs) il nous était ensuite impossible de l'exporter en vectoriel. De plus, nous voulions à la base utiliser Campfire pour placer nos marqueurs, mais il était impossible de voir les marqueurs avec une carte dézoomée. Une dernière difficulté dont nous aimerions parler est la difficulté à trouver des lieux de tournage en Suisse et quels films y ont été tournés. Nous avons donc dans un premier temps utilisé des intelligences artificielles pour nous aider à en trouver, mais certains lieux donnés était erronés. nous avons ensuite utilisé L2TC.com, nous donnant des

lieux de tournage dans 94 villes en Suisse. Il est important de noter que ce site manque très probablement de nombreux lieux de tournage et films tournés en Suisse, en raison que ce soit un site regroupant des films francophones ou alors traduits en français. »

« Malgré des contraintes de temps pour notre second projet, nous sommes quand même fiers de notre second projet qui satisfait notre curiosité pour les film tournés en Suisse et encore plus pour ceux dans notre région. Nous avons pu constater que les zones de Suisse romande ainsi que les alpes sont privilégiés pour les films francophone. Les hauts du Jura sont délaissés du moins selon nos sources. »

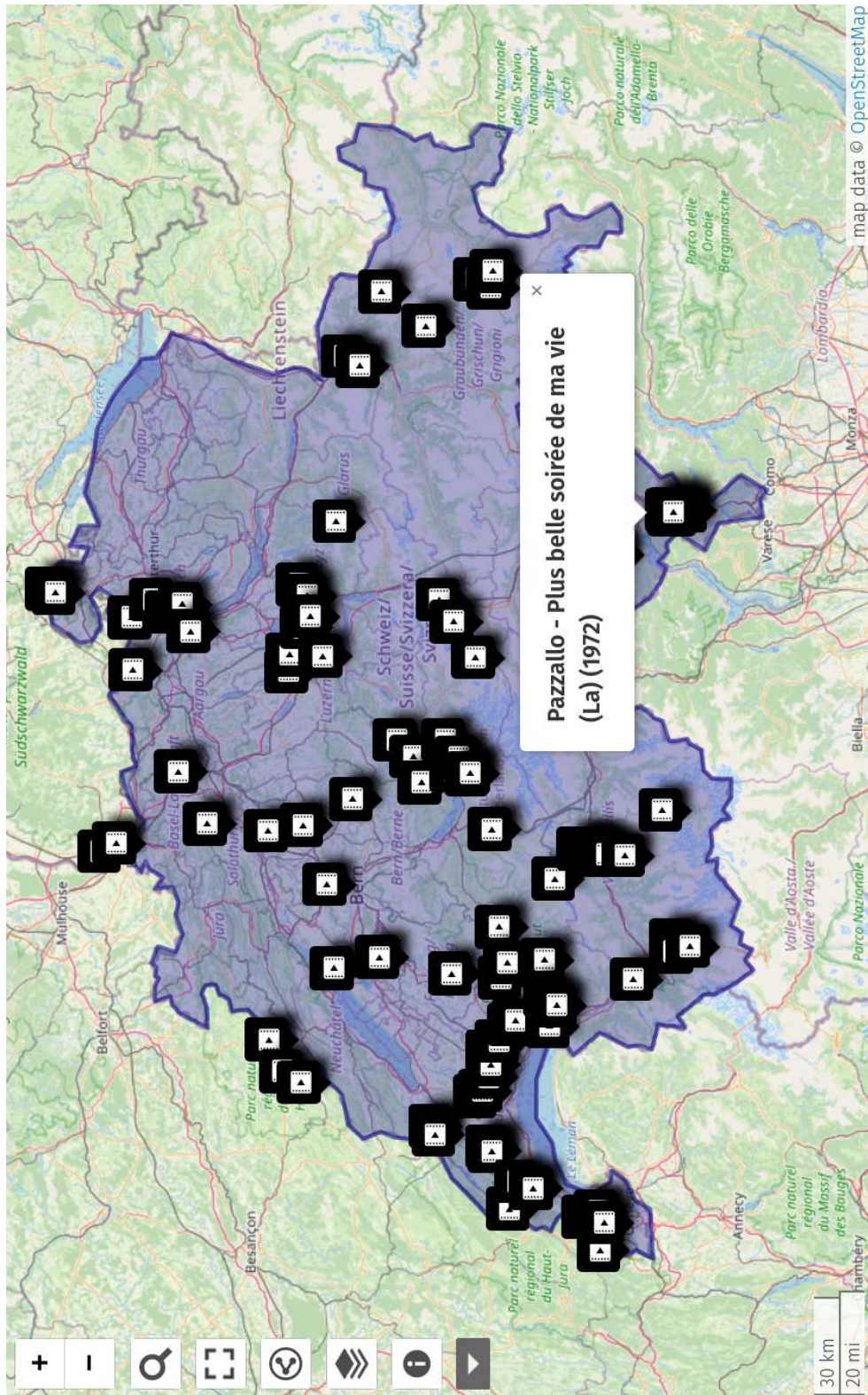


FIGURE 2.37 – Films réalisés en Suisse

## 2.36 La Chaux-de-Fonds dans l'avenir

### Loyse, Malia, Dénia

« Notre carte se situe dans les années 2070. La carte, comme évoqué précédemment n'est donc ni réel ni actuelle. Il nous a semblé enrichissant de s'intéresser à un espace que nous connaissons bien, par lequel nous passons presque quotidiennement mais que nous ne regardons pas toujours avec attention. Décider de cartographier ce périmètre dans le futur, avec nos propres choix, nous a forcé à nous poser des questions sur son aménagement, entre voitures, zone de verdure, transports publics, etc. »

---

« Nous avons fait le choix de dessiner les premières versions de notre carte à la main. Le but étant de laisser libre court à notre imagination et réflexion. Nous avons donc esquissé plu-

sieurs dessins avec des points de vue différents en ayant pour matériel de départ commun une vue de la zone sur le logiciel Blender qui est un logiciel libre de modélisation, d'animation par ordinateur et de rendu en 3D. Nous avons également utilisé OpenStreetMap qui est une carte ouverte et collaborative en ajoutant les coordonnées trouvées sur celle-ci dans Blender pour définir l'endroit souhaité en 3D.

Une fois le dessin de base précisé, nous avons utilisé le logiciel Linearity Curve pour retranscrire notre dessin sur un support informatique. [...] Les images produites sur le logiciel sont vectorielles ce qui permet de zoomer sans perdre de qualité sur notre carte. Nous avons ensuite utilisé Inkscape, un logiciel libre qui nous a permis

d'insérer notre image, sur laquelle nous avons tracé les contours des formes et ajouté des légendes pour décrire nos monuments. Une fois ce travail terminé, nous avons exporté ce fichier Inkscape pour le transformer en site internet via XIA, ce qui nous a permis de générer une carte interactive. »

« Nous avons décidé de créer une carte du futur et non de cartographier une zone en l'état actuel car les questionnements sur notre futur sont très nombreux. [...]

Il nous semble qu'un approfondissement sur les possibilités d'aménagement des espaces verts dans les villes pourrait-être un sujet d'étude passionnant et également utile pour notre avenir et celui de tous les citadins »





### La Tour Espacité

La tour espacité est réalisée par l'architecte Jacques Richter entre 1992 et 1994. La tour est d'une hauteur de 60mètre. La vue panoramique sur la ville inscrite au Patrimoine mondial de L'UNESCO

### La Grande Fontaine

La grande fontaine est un chef d'œuvre monumentale de La Chaux-de-Fonds, construit en 1888 pour célébrer l'arrivée de l'eau de l'Areuse. Restaurée en 2007, une légende raconte que l'artiste, après avoir été censuré pour avoir voulu mettre des statues de jeunes femmes, les à remplacées par des tortues qui symbolise soit des femmes de mauvaises réputation, soit le travail d'équipe et l'harmonie, comme les abeilles sur le blason de la ville.

FIGURE 2.38 – La Chaux-de-Fonds imaginaire



## Développements

Cet atelier de cartographie et informatique appelle de multiples remarques dont voici les principales.

### 3.1 Investissement

Tout d'abord, il faut relever une bonne mobilisation des élèves dans la construction des cartes. On peut dire que la raison de cet investissement a tenu dans la liberté de choisir leur sujet. En effet, ils ont ainsi pu exprimer leur propres préoccupations.

Malheureusement, il faut aussi remarquer que les sujets choisis pouvaient soit mal se prêter à la représentation cartographique, soit permettre de détourner le travail cartographique lui-même au profit de techniques déjà maîtrisées par les étudiants sur lesquelles ceux-ci vont se focaliser en minimisant l'importance de leur carte. Ainsi, le recours à la vidéo, le recours à PowerPoint pour préparer une présentation orale et même le recours au texte dans le cas des comé-

dies musicales ou des cartes de points d'intérêt.

Si la création de cartes passe nécessairement par l'utilisation de contenu qu'il faut parfois créer par soi-même, à l'instar de la pertinence du choix des informations à présenter sur une carte, il est nécessaire de parvenir à un juste équilibre entre le travail portant sur le contenu et celui relatif à la représentation spatiale de celui-ci. On peut regretter par exemple un gros travail de représentation de l'évolution des continents au détriment d'une nécessaire légende chronologique.

Il faut reconnaître cependant la difficulté de beaucoup de jeunes à anticiper les problèmes informatiques. En voyant ainsi trop grand, il perdent de vue des éléments qui sont pour eux au départ secondaires, mais qui manquent finalement.

Une autre tendance est au rejet de la complexité. Dès qu'un logiciel présente de la complexité, il est simplement déclaré mauvais et soit on en change au profit d'un autre qu'il faut réapprendre,

soit il devient la raison de mauvais résultats. On pouvait reprocher autrefois à son crayon d'être le mauvais outil pour éviter d'avoir à se reprocher sa mauvaise utilisation. Aujourd'hui, il en est de même avec les logiciels dont l'utilisation ne va pas immédiatement de soi.

La qualité des travaux tient donc finalement dans la pugnacité nécessaire pour parvenir au but, dans le choix des sujets et dans une bonne perception des différentes étapes nécessaires pour parvenir au but dans un temps donné.

## 3.2 Connaissances

Les étudiants de ce cours de cartographie et informatique avaient préalablement suivi un cours d'informatique générale. Diverses notions comme les communications, la sécurité, les bases de données, les types de fichiers et la programmation des logiciels ont été abordées à l'occasion de ce premier cours.

Ce cours a été utile essentiellement en ce qui concerne la différence entre images vectorielles et raster (bien qu'il faille préciser que le mot *raster* est propre à la cartographie et que son identité avec celui de *bitmap* sensé être connu ne va pas de soi) et par une rapide introduction aux logiciels propres à ces deux catégories d'images que sont Gimp et Inkscape.

Malgré cela, il faut bien reconnaître que la spécificité des logiciels de cartographie (Qgis, Umap, OpenStreetMap) demande un temps d'apprentissage de leurs principales fonctions. Cela im-

plique une nécessaire curiosité, un esprit d'initiative pour les découvrir qui ne va pas non plus de soi. Idéalement, une introduction plus approfondie que celle réalisée serait intéressante pour les élèves ayant choisi ces logiciels spécifiques.

Ce constat légitime un cours d'informatique plus particulièrement orienté sur une discipline et l'étude des logiciels qui lui sont associés dans leurs fonctionnalités. Car, avant de se rendre compte du rôle des algorithmes pour masquer les blancs des cartes thermiques (voir [14, « Du globe virtuel au terrain : une plongée dans la fabrique des données naturalistes. Plus particulièrement la figure « Algorithme pour la génération d'une carte de chaleur », pp. 190, 1901 » ]), il faut bien se rendre compte des fonctions existantes dans ce type de logiciels et donc pour une discipline spécifique.

Si le sens d'un cours de cartographie pour des élèves d'option spécifique physique et application des mathématiques reste parfaitement défendable comme un exemple de l'adaptation des logiciels en fonction des besoins et en tant que support de la valeur indéniable de l'interdisciplinarité, il est évident que le lien qui pourrait exister entre la discipline étudiée au cours d'informatique et l'option spécifique serait un atout important pour une spécialisation des études. Reste à savoir si, dans une école de culture générale, celle-ci est à promouvoir.

### 3.2.1 Cartographiques

Les connaissances cartographiques préalables des élèves étaient relativement modestes. Si l'utilisation de cartes était familière pour eux, leur conception théorique ne fut abordée que par l'introduction faite pendant le cours de cartographie et informatique.

### 3.2.2 Informatiques

Essentiellement, deux logiciels de cartographie ont été utilisés : Umap et Qgis. Ces deux programmes sont très différents.

#### Umap

Le premier est basé sur OpenStreetMap et est relativement simple. Il permet de construire une surcouche géométrique à différents fonds de cartes. On peut ainsi positionner des *POI*, soit des points d'intérêt qui peuvent être munis d'une description écrite ou imagée, des lignes ou des surfaces (voir les figures 2.4, 2.7, 2.11, 2.13 et 2.15).

Ce programme est apprécié en raison de sa simplicité et du fait qu'il permet de partager le résultat sans difficultés.

Mais, si on peut constater à la figure 2.13 l'utilisation de plusieurs couleurs pour référencer les comédies musicales, aucune image ni surtout légende n'est fournie dans ce travail. Au contraire, de la carte des menhirs de Bretagne (figure 2.7) qui présente la légende de la figure 3.1 à l'arrivée sur le site, mais ne discri-

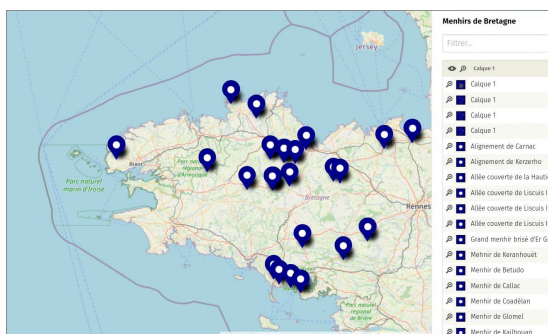


FIGURE 3.1 – Une légende à l'ouverture du site

mine pas les éléments par des *POI* colorés.

Ainsi, les possibilités de mise en forme des informations sur Umap ont-elles été finalement peu utilisées. On trouve dans un seul cas (voir figure 2.11) des éléments graphiques de type polygonaux pour décrire les « continents » de plastique. En outre, les élèves se sont plaints de ne pouvoir remplacer ces polygones par des cercles qui leur semblaient plus appropriés. Mais aucune discussion ni sur la pertinence d'une représentation des surfaces de microplastiques par des cercles, ni sur la symbologie de ces éléments n'est apparue dans leur travail final. Quant à des recherches sur la manière de pouvoir la changer, rien n'a été fait. On constate ainsi non seulement une approche des logiciels fondée sur l'utilisation exclusive d'un logiciel, sans aller chercher plus loin ou sans se renseigner sur comment importer des éléments provenant d'autres logiciels, mais d'avantage que cela, cette approche exclusive est limitée par les outils fonctionnels sans avoir à com-

prendre quoi que ce soit. S'il est nécessaire d'aller chercher dans les différents paramètres, beaucoup abandonnent en assumant leur non-compétence ou en la reprochant au programme.

Dans le cas d'Umap, la réponse au problème de gestion de la forme des surfaces tient dans une extension nommée *Leaflet* dont une introduction se trouve en annexe A, page 93. Mais des outils plus simples permettant de réaliser un cercle par exemple existent aussi : <https://www.freemaptools.com/radius-around-point.htm>. Ils nécessitent cependant de comprendre comment exporter/importer ces formes et donc de la lecture.

### Qgis

Ce logiciel est un monument dédié à la cartographie. Les possibilités qu'il offre sont si nombreuses que son abord en devient difficile. Il est cependant incontournable pour produire des cartes papier et, moyennant une petite introduction, il est possible de le faire utiliser par des étudiants.

Les travaux des paragraphes 2.5 et 2.16 ont ainsi été réalisés avec Qgis. Comme dans le cas du travail sur l'urbanisation neuchâteloise (paragraphe 2.1), le premier problème a été de trouver le fond de carte adéquat. Or, les immenses possibilités de Qgis en terme de types de couches ont nécessité une aide pour trouver un fond de carte exploitable par Qgis des frontières des pays. La différence entre couche raster et vectorielle

étant nouvelle pour les étudiants, les recherches n'ont pas été faciles.

Une fois le fond de carte trouvé, c'est le logiciel qui fut source de problèmes. Avec un grand nombre de pays, trouver où attribuer la bonne couleur à chacun et changer manuellement celles-ci a mené à des interrogations intéressantes sur les moyens de le faire automatiquement et donc sur la présence d'une base de données qui pourrait indiquer la couleur à partir d'un chiffre, par exemple.

Parallèlement, avec autant de pays, le problème de la longueur de la légende s'est posé et consécutivement celui de l'enclassement par niveaux de couleurs. Les élèves ont ainsi pu se rendre compte de l'importance d'une légende bien construite et de la difficulté à la réaliser.

Dans le cas du travail sur les niveaux de vie (paragraphe 2.16), les difficultés à découpler la légende de la liste des couleurs des pays ont été telles (pourtant quelques clicks) que les élèves ont proposé de la faire « manuellement » en prenant une capture d'écran de la carte et en y superposant l'image d'une légende réalisée avec un logiciel de dessin. Si ce n'est pas ce qui a été réalisé finalement, le document remis était une capture d'écran, montrant une très mauvaise compréhension des finalités de Qgis.

### Graphismes et bases de données

Autant Umap que Qgis sont des logiciels essentiellement orientés interface

graphique et non ligne de commande. Soit dit en passant, ce n'est pas le cas de Leaflet, sans pour autant que le constat suivant ne trouve de solution avec celui-ci en raison de l'utilisation du langage JavaScript, orienté serveur, qui déporte le problème sur l'échange de fichiers.

À part pour les travaux réalisés avec Qgis, qui ont mené les élèves à interroger et à modifier la base de données associées aux fonds de cartes utilisés, il faut constater que la plupart des travaux réalisés se sont surtout focalisés sur le graphisme des cartes au détriment de l'analyse de données.

De ce point de vue, c'est le travail de Maëlle et Charlotte (paragraphe 2.1) qui sort du lot. En effet, l'analyse spatiale y est couplée avec une analyse des données approfondie et même une critique de celle-ci très intéressante.

C'est aussi le travail de Mathilde et Hélène sur les pollutions océaniques (paragraphe 2.11, page 28) qui se base sur une analyse d'événements bien référencés sans pour autant être en relation directe avec une représentation de l'ampleur des phénomènes, par exemple en dimensionnant les « continents » de plastiques sur la base d'éléments factuels.

Dans une moindre mesure, et ce n'est probablement pas un hasard, les travaux utilisant Qgis ont aussi abordé les données permettant la représentation, par les couleurs politiques et les niveaux de vie.

Pour les autres travaux, si l'analyse de données est moins évidente, elle trans-

paraît cependant en arrière plan comme dans les cartes Umap où les POI choisis traduisent évidemment la recherche de données et une analyse des éléments choisis. On peut penser aux menhirs, aux parcours touristiques, comédies musicales ou merveilles chaudes-de-fonnières.

Enfin, certains travaux, comme Gany-mède, Panomatricks et le Parc d'attractions, se sont simplement abstenus de données pour privilégier la représentation graphique. On est là plus dans une cartographie artistique, même si un élément cartographique typique comme la légende est présent.





## Conclusion

### 4.1 Évolution

Le cours de cartographie et informatique va se poursuivre. Si les deux premières classes y ayant participé ont rendu des travaux de qualité diverses, tous furent intéressants à divers point de vue.

Les consignes initiales étaient de réaliser informatiquement une carte, de la présenter par écrit et oralement. C'est tout. Il faut remarquer que malgré des consignes aussi minimales, les sujets abordés ont toujours été pertinents pour réaliser une carte.

Le présent compte rendu des travaux réalisés a cependant mis en évidence des points problématiques qui nécessitent une précision des consignes :

- Plusieurs cartes ont été livrées en basse résolution de par l'utilisation d'un logiciel de présentation par exemple, inadapté pour un rendu papier ou en raison d'une méconnaissance des différences de résolution entre écran et papier qui est très présente chez des élèves qui

font souvent des copies d'écran avec leur smartphone et n'impriment plus rien.

Pour les inviter à mieux prendre conscience de ces problèmes, il sera nécessaire d'imposer un document final sous la forme d'une image pouvant être imprimée en A3 par exemple.

- Plusieurs cartes comprennent des éléments dynamiques, comme des photos, des vidéos ou des POI sur lesquels il faut cliquer pour voir l'information. Or généralement, dans la présentation écrite, seul un lien permet d'accéder à cette information dynamique, ce qui rend l'analyse et la conservation des cartes difficile.

Il sera donc nécessaire de préciser que l'ensemble des éléments caractéristiques de la carte doit figurer dans le compte rendu écrit. Pour une vidéo, des images de celles-ci peuvent être fournies ; pour une carte cliquable, les éléments développés devront être présents à l'écrit.

- Le compte rendu du travail informatique réalisé pour obtenir les cartes est généralement très lacunaire, voire quasi inexistant. La raison en est simple : la description des outils utilisés ne fait pas sens. Un peintre ne parlera pas de ses pinceaux, un scientifique décrira peu ses outils d'analyse, un géographe ne détaillera pas comment ont été faites les cartes dont il se sert.

Or, aujourd'hui, l'éventail des outils disponibles permet de s'interroger sur la pertinence de leur utilisation, sur leur pérennité pour la conservation des cartes réalisées et sur l'éthique intellectuelle qui les sous-tend. Si aujourd'hui on doit s'interroger sur la nécessité de nos déplacements, sur l'adéquation des véhicules avec ceux-ci et sur leurs impacts sur l'environnement, on doit aussi en cartographie répondre des choix des outils informatiques de production des cartes (voir l'introduction à l'ouvrage [3], *Les « coulisses » des cartes à l'époque moderne* ou *Opérations cartographiques* [6]).

Un important compte-rendu des étapes et des moyens de construction doit donc être disponible et il faudra insister sur l'importance de ce travail auprès d'élèves peu habitués à lui donner de la valeur.

## 4.2 Conclusion

La valeur des productions de cet atelier de cartographie informatique est manifeste. Il faut remercier les étudiants pour leur intérêt et leur créativité.

Mais il faut aussi constater les difficultés qu'ils ont à faire reposer leurs cartes sur des éléments factuels autant qu'à justifier leur travail informatique.

## Leaflet

Umap est un logiciel particulièrement attrayant car il permet d'obtenir relativement rapidement un résultat convenable, c'est-à-dire essentiellement des marqueurs de POI (points d'intérêts) de différents types avec des bulles de texte et d'images. On peut aussi mettre des lignes et des surfaces faites de points. Il permet également de gérer différents calques.

Il permet aussi de travailler sur des sites mis à disposition par une communauté comme <https://umap.openstreetmap.fr> ou <https://umap.osm.ch/fr/>. Ces sites rendent la carte immédiatement disponible et il est possible, moyennant inscription, de travailler sur des cartes mises à disposition de tous tout en verrouillant les informations qui s'y trouvent.

Cependant, certains de ces sites ne disposent que d'un nombre limité de fonds de carte et surtout les éléments mis à disposition par Umap restent limités. Ce n'est pas pour autant un défaut. Au contraire, il simplifie la création de cartes. Toutefois la réalisation de cartes particulières n'est pas aisée et il peut de-

venir souhaitable de découvrir des logiciels plus développés.

Par exemple, avec Umap, la taille des icônes n'est pas modifiable, il n'existe pas de formes directement circulaires ...

Ainsi, pour de la cartographie orientée vers le web, des solutions plus évoluées existent. Cependant, celles-ci sont évidemment moins facile à mettre en œuvre. L'une de celles-ci, entre les deux extrêmes que sont Umap et le triptyque *PostGIS*, *OpenLayers* et *MapServer* (voir [1]), se nomme *Leaflet*.

Différents documents d'introduction sont disponibles sur le net. Parmi ceux-ci, il faut relever *Des cartes sur votre site* d'Eskimon (voir [4]) qui est non seulement intéressante de par la clarté de son introduction, mais aussi par le fait que celle-ci est fournie en pdf, epub et tex sous licence libre. De même pour une utilisation avancée de Leaflet avec le même site <https://zestedesavoir.com/rechercher/?q=leaflet> et l'article *Leaflet - Utilisation avancée* (voir [8]). Ces documents sont assez bien faits pour qu'il ne soit pas nécessaire de pro-

duire ici une véritable introduction à Leaflet.

Nous allons plutôt nous concentrer sur un exemple particulier. Il s'agit d'une carte des pollutions océaniques présentée ci-dessus (voir 2.11). L'objectif n'est certainement pas une critique de ce travail qui est pour nous excellent. Il s'agit de présenter ce que Leaflet peut apporter à un travail où, de l'aveu même des auteures, les outils proposés par Umap ont montré leurs limites, tout en présentant rapidement la philosophie de Leaflet.

## A.1 Structure

Leaflet est une surcouche *Javascript* à un site ordinaire écrit en HTML et CSS. Il est donc nécessaire de disposer d'un serveur web pour y intégrer les pages réalisées avec lui.

Ainsi la structure de la carte sur les pollutions océaniques est-elle celle du code A.1.

Est associée à la page HTML5, une page CSS3 et un fichier Javascript. La feuille de style associée est celle présentée dans le code A.2.

Quant au javascript, il se trouve dans le code A.3.

Le code A.3 permet de placer sur la page un fond de carte *Watercolor* de *Stamen* sur des données *OpenStreetMap* par instantiation de l'objet *map*. Cela est réalisé à la ligne 18. Mais il est aussi prévu la possibilité de choisir un fond de carte *OpenStreetMap* à la ligne 20.

```

1 <!DOCTYPE html>
2 <html>
3 <head>
4 <title>Oceans de plastiques</title>
5 <meta http-equiv="Content-Type"
6 content="text/html;
7 charset=utf8">
8 <meta name="viewport" content="
9 width=device-width,
10 initial-scale=1">
11 <link href="css/moncss.css"
12 type="text/css" rel="
13 stylesheet">
14 </head>
15 <body id="body">
16 <h1>Carte des pollutions
17 plastiques</h1>
18 <div id="map"></div>
19 <footer>Copyleft</footer>
20 </body>
21 <!-- Stamen Watercolor -->
22 <!--<script type="text/
23 javascript" src="https://
24 stamen-maps.a.ssl.fastly.net
25 /js/tile.stamen.js?v1.3.0"><
26 /script> -->
27 <!-- Leaflet -->
28 <link rel="stylesheet" href="
29 https://unpkg.com/leaflet@1
30 .9.4/dist/leaflet.css"
31 integrity="
32 sha256-p4NxAoJBhIIN+
33 hmNHrzRCf9tD/
34 miZyoHS5obTRR9BMY="
35 crossorigin="" />
36 <script src="https://unpkg.com/
37 leaflet@1.9.4/dist/leaflet.
38 js" integrity="
39 sha256-20nQCchB9co0qljJZRGuK2
40 /Z9VM+kNiyxNV1lvTIZBo="
41 crossorigin=""></script>
42 <!-- Le js -->
43 <script src="js/monjs.js"></s
44 cript>
45 </html>

```

Listing A.1 – La partie HTML5 de la carte.

```

1 #map {
2 /* les dimensions de la carte sur
   tout le viewport */
3 /*width: 100vw;height: 100vh;*/
4 width: 100%;
5 height: 80vh;
6 border: solid black 1px;
7 }
8 svg {background: transparent;}

```

Listing A.2 – La feuille de style de la carte.

Le choix du fond de carte Watercolor est celui du groupe des pollutions océaniques. Il est maintenu ici, mais on se demandera par la suite s’il est possible d’en changer au profit d’un fond représentant mieux le fond océanique. En effet, c’est en partie ce dernier qui contraint les mouvements d’eau et construit ainsi les gyres.

## A.2 Marqueurs

La notion de marqueurs recouvre essentiellement deux types d’éléments :

- Les éléments graphiques dont la taille est indépendante de l’échelle. Il s’agit d’éléments dont la taille ne va pas varier lors d’un zoom sur la carte. Ces éléments doivent toujours conserver leur taille à l’écran. On peut dire qu’il n’ont de relation avec la carte que dans leur positionnement.
- Les éléments graphiques dont la taille est dépendante de l’échelle. Il s’agit d’éléments d’étendue fixe sur le territoire. En zoomant vers une

```

document.getElementById('body').
  onload = function() {
1 // La carte centrée et zoomée
2 center: [55, 0],
3 zoom: 2
4 }); // .setView([0, 0], 2);
5 // Déclaration des fonds
6 var baselayers = {
7   osm:L.tileLayer('https://{s}.
8     tile.openstreetmap.org/{z}/{
9       x}/{y}.png', {
10      maxZoom: 19,
11      attribution: '&copy; <a href="
12        http://www.openstreetmap.
13          org/copyright">
14          OpenStreetMap</a>'
15    }) ,
16   stamen:L.tileLayer('https://
17     stamen-tiles-{s}.a.ssl.
18     fastly.net/watercolor/{z}/{
19       x}/{y}.jpg', {
20      maxZoom: 19,
21      attribution: 'Map tiles by <a
22        href="https://stamen.com">
23        Stamen Design</a>, under CC
24        BY 4.0. Data by <a href="
25        http://www.openstreetmap.
26          org/copyright">
27          OpenStreetMap</a>, under <a
28          href="http://
29          creativecommons.org/
30          licenses/by/4.0">CC BY SA</
31          a>.'
32    })
33 };
34 // Ajout du fond par défaut
35 baselayers.stamen.addTo(map);
36 // Ajout du menu de changement de
37 fonds
38 L.control.layers(baselayers, null
39 , {position: 'topright',
40   collapsed : false }).addTo(
41   map);

```

Listing A.3 – Le javascript de la carte avec ses deux fonds.

échelle détaillée (grande échelle), il grandissent et en dézoomant vers une vaste échelle (petite échelle), il deviennent de plus en plus petits.

Pour illustrer différents types de marqueurs disponibles avec Leaflet, la figure B.3 présente deux cartes à deux échelles différentes. Essentiellement, quatre types de marqueurs sont présents :

- des lignes de latitude avec des marqueurs textuels liés,
- des rectangles dont les sommets sont donnés en coordonnées [latitude, longitude],
- des cercles dont les centres sont en latitude-longitude, mais dont les rayons sont donnés en mètres et des rectangles pleins dont les coordonnées sont exprimés en pixels d'écran.

L'ensemble de ces marqueurs permet de se rendre compte de la variété des problèmes qu'on peut rencontrer lors du placement de figures sur une projection de Mercator dont l'emprise (la zone visible à l'écran) change en fonction du niveau de zoom.

### A.2.1 Lignes

Commençons par expliciter les lignes et leurs marqueurs. Le code A.4 en présente la structure. La variable `latlngs` déclare deux points en latitude-longitude qui seront les extrémités de la ligne (ligne 1). On construit ensuite dans la variable `polyline` une ligne placée selon la variable `latlngs` et de couleur verte qu'on

```

var latlngs = [[80, -80],[80, 80]];
var polyline = L.polyline(latlngs,
  {color: 'green'}).addTo(map)
  .bindTooltip("Équateur : latitude
    0°",
  {permanent: true,
  direction: 'right',
  offset: [60,0]
  });

```

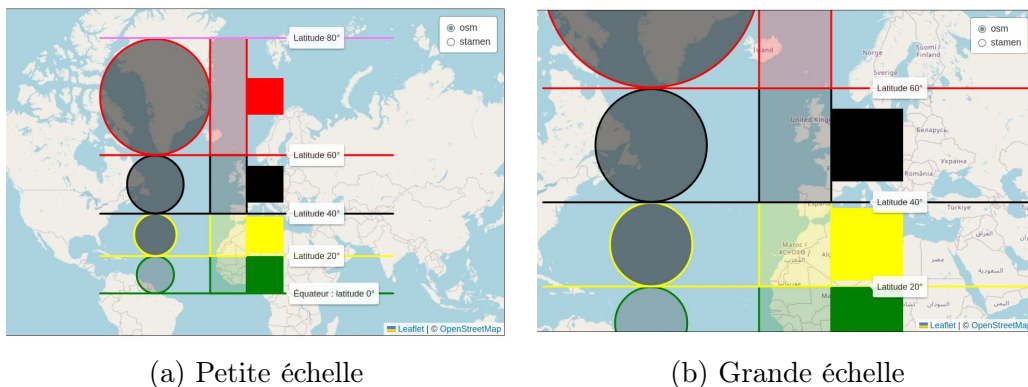
Listing A.4 – Lignes de latitude et marqueurs texte.

ajoute à la carte (ligne 2). À ce niveau, la ligne apparaît sur la carte.

En utilisant la méthode `bindTooltip` sur cette polyline (ligne 3), on peut alors définir le texte du marqueur et ses caractéristiques, dont le décalage de celui-ci par rapport au centre de la ligne (l'offset de la ligne 6). Attention, ce dernier n'est pas spécifié en degrés de latitude-longitude, mais en pixels de l'écran.

Ainsi définis, ces lignes et marqueurs auront un comportement de deux types. La ligne, ainsi que la position du marqueur, resteront parfaitement *fixes sur la carte* à toutes les échelles (selon tous les facteurs de zoom). Le texte, par contre ne suivra pas le zoom. En d'autres termes, sa taille restera fixe par rapport à l'écran.

Toutes les commandes utilisées pour réaliser ces lignes font partie du jeu de commandes de Leaflet (son API, l'interface de programmation de l'application). Aucun plugin n'est nécessaire et toutes ces commandes sont décrites dans la documentation. Mais attention à l'ambi-



(a) Petite échelle

(b) Grande échelle

FIGURE A.1 – Projection de Mercator

guité de la notation  $[..., ...]$  dont les composantes peuvent s'exprimer en latitude-longitude *ou* en pixels sur X-pixels sur Y (notez l'inversion puisque le premier nombre n'est pas la longitude).

## A.2.2 Rectangles

Les rectangles dont le fond est transparent sont aussi des éléments de l'API de Leaflet. Les paramètres nécessaires à leur construction étant les coordonnées latitude-longitude des sommets, on voit apparaître leur déformation typique de la projection de Mercator. Celle-ci se fait en latitude, mais aussi en longitude, contrairement à ce qu'on pourrait penser en raison du parallélisme équidistant des méridiens. En effet, si la déformation en latitude est évidente, la longueur réelle des côtés « horizontaux », sur la carte (c'est-à-dire sur la projection) d'égale longueur, est inférieure en réalité pour le côté de plus grande latitude à celle de plus faible latitude.

Les instructions permettant de tracer ces rectangles sont celles du code A.5.

```
var polygon = L.polygon([
  [0, 0],[20, 0],[20, -20],[0, -20]
], {color: "green"}).addTo(map);
```

Listing A.5 – Les rectangles en latitude-longitude.

Relevez que la couleur du fond transparent est celle par défaut.

## A.2.3 Cercles

Les cercles présentent un élément différent des rectangles, en ce sens que, si leurs centres sont positionnés en latitude-longitude (tous les  $20^\circ$ ), leur rayon est identique pour chacun et donné en mètres.

Le résultat graphique sur la carte est une série de cercles dont le rayon augmente avec la latitude. Si, à l'instar des rectangles, on comprend bien que cela soit le cas avec la latitude, on pouvait s'attendre à ce qu'il n'en soit pas ainsi avec la longitude. Comment expliquer que cela ne soit pas le cas? Dans une

```

1 var rayon = 1100000
2 var cercle = L.circle([30, -50], {
3   color: 'yellow',
4   fillColor: '#101010',
5   fillOpacity: 0.5,
6   radius: rayon
7 }).addTo(map);

```

Listing A.6 – Les rectangles en latitude-longitude.

projection de Mercator, les méridiens sont des lignes droites équidistantes. Ce qui n'est évidemment pas le cas sur le globe terrestre, puisque tous ses méridiens se rejoignent aux pôles. La distance vraie entre deux méridiens diminue donc avec la latitude. En effectuant une projection de Mercator qui « redresse » les méridiens pour qu'ils soient parallèles les uns aux autres, on augmente donc les distances sur la projection en fonction de la latitude, ce qui a pour effet d'augmenter le rayon du cercle entre deux méridiens en même proportion qu'entre deux grands cercles. Le résultat se présente donc sous la forme de cercles dont le rayon augmente avec la latitude.

Les instructions permettant de tracer ces cercles sont celles du code A.6. Relevez que la couleur du fond transparent est définie à la ligne 4.

Les deux éléments principaux de ce code sont la définition du rayon (ligne 1), de même valeur pour tous les cercles, et la création du cercle (ligne 2) avec son centre latitude-longitude et ses propriétés comme le rayon.

## A.2.4 Rectangles SVG

L'API de Leaflet est limitée dans les formes de base utilisables que sont le point, la polyline (dont la droite), le polygone, le cercle et le rectangle.

Pour des formes plus complexes, on est donc naturellement amené à penser à l'utilisation du dessin vectoriel comme SVG ([Scalable Vector Graphics](#)), puisque les navigateurs modernes supportent maintenant bien ce langage.

Le problème tient dans le fait que définir une ligne droite dans un langage vectoriel ne peut se faire que sur la projection. En effet, à la surface d'une sphère, si les deux extrémités sont données en latitude et longitude, une droite n'en n'est plus une.

Leaflet utilise donc trois systèmes de coordonnées qu'il faut bien comprendre sans quoi des surprises de représentation peuvent apparaître.

## A.3 Pollutions

Les problèmes posés par la carte des pollutions réalisées par Mathilde et Hélène sont nombreux :

1. la petite échelle de la carte qui la déforme assez pour que la représentation des gyres en soit affectée,
2. le fond de carte qui devrait permettre de comprendre les gyres,
3. la forme des gyres qui physiquement est difficile à connaître et graphiquement difficile à bien repré-



senter pour qu'elles correspondent au mieux à des courants océaniques,

4. le mouvement de celles-ci et
5. les informations sur celles-ci, comme leur emprise, la quantité de plastique présente, la dimension de leurs éléments, ...

Tous ces problèmes se traduisent par des difficultés techniques qui sont toutes caractéristiques des productions cartographiques.

### A.3.1 Échelle

La petite échelle de la carte utilisée pour la carte des pollutions constitue la première interrogation. Dans quelle mesure influence-t-elle la représentation des gyres ? La réponse à cette question tient dans la connaissance du type de projection utilisée par défaut par Leaflet.

Toutes les projections cartographiques sur le web utilisent la même projection dite *Webmercator*, *Pseudomercator*, *Mercator sphérique* et, officiellement, *WGS 84 Web Mercator*<sup>a</sup>. Cette projection est complexe, car s'il s'agit bien d'une projection de Mercator, elle utilise des données provenant d'un géoïde non sphérique, contrairement à ce que sa dénomination peut faire penser. De plus, elle n'est ni conforme, ni équivalente, c'est-à-dire qu'elle ne conserve respectivement ni les angles, ni les surfaces,

<sup>a</sup>. Elle est aussi dénommée Google Web Mercator, mais étant non conforme, elle n'est semble-t-il officiellement pas reconnue (voir [Wikipedia](#))

alors que la transformation de Mercator est conforme. Vous trouverez en annexe C une description plus détaillée de la projection de Mercator, dont notamment son indicatrice de déformation des surfaces. Car, la transformation de Mercator comme wGS 84 Web Mercator, déforme les formes hors équateur, surtout au niveau des régions de grande latitude.

Ainsi, représenter une gyre sur une carte à petite échelle ne permettra pas de la représenter correctement de par la nature de la projection utilisée.

### A.3.2 Fond de carte

Le fond de carte choisi pour cette carte des pollutions plastiques est *Watercolor* (voir [17]). Si celui-ci est certainement très esthétique et bien choisi par contraste avec le propos du travail, il n'est pas un fond permettant de mettre en évidence la raison des gyres.

Après des recherches pour trouver un fond de carte libre de droit utilisable avec Leaflet (ou même Umap) qui représente le fond des océans, il se trouve que si des projets pour réaliser une telle carte sont en cours, il n'y a pas actuellement de fonds, c'est à dire de tuiles pour les différentes échelles, disponibles dans ces conditions. Une image des fonds marins ne suffit évidemment pas.

### A.3.3 Forme

À ce stade, il convient de présenter ce qu'il est possible de faire avec Leaflet pour aller plus loin que la carte des pol-

```

1 var rayon = 3000000
2 var cercle1 = L.circle([-45,
   -130], rayon, {
   color: 'black',
4   fill: 'true',
   fillColor: '#101010',
6   fillOpacity: 0.2,
   }) .addTo(map)
8 .bindTooltip("Gyre du Pacifique
   Sud",
   {permanent: true,
10  direction: 'left',
   offset: [0,0]
12 });

```

Listing A.7 – La gyre Pacifique Sud.

lutions océaniques. La figure A.2, page 101, la présente sous une forme statique.

Cette carte comprend plusieurs éléments qui vont du plus simple au plus complexe. Commençons par la *Gyre du Pacifique Sud*. Il s'agit simplement d'un cercle dont on voit la déformation en longitude relative à la projection de Mercator. Le code correspondant est celui du listing A.7.

On peut remarquer que la méthode *bindTooltip* a été utilisée pour permettre de placer une étiquette de texte au centre de la gyre, étiquette affichée de manière permanente et sur la gauche de celui-ci.

Ensuite, avec *La gyre de l'océan Indien* se trouve tout d'abord un simple marqueur par défaut, ouvert sur le texte de description. Le code de ce marqueur est celui du listing A.8.

Puis vient un élément bien plus intéressant. Il s'agit de l'ovale qui déli-

```

1 var marker1 = L.marker([-42.5,69])
   .addTo(map)
2 .bindPopup("La gyre de l'océan
   indien.")
   .openPopup();

```

Listing A.8 – Le marqueur de l'océan indien.

mite la gyre. C'est un élément *svgOverlay* de Leaflet. C'est-à-dire qu'il s'agit d'une courbe en SVG, comme le mondre le code A.9.

Outre la définition de la boîte qui va contenir la figure, définie par ses coins et la variable *bounds1*, ce code est intéressant par le contenu de la variable *svgElement*.

La ligne 6 déclare l'unité de la grille de représentation du schéma, ici une grille de 100x100. Vient ensuite le dessin lui-même, défini à la ligne 7, qui code en svg l'élément `<ellipse />` par la position de son centre (cx et cy), la longueur de ses demi-axes (rx et ry), mais aussi par son angle de rotation (-40°) relativement à son centre (50 60). De plus, les éléments de couleur de la ligne et d'opacité du fond (fill-opacity) sont fournis comme attributs du code svg de l'ellipse.

Enfin, vient un élément très intéressant. Il s'agit de la forme de la gyre de l'Atlantique Sud. Comme précédemment, c'est un élément SVG, mais celui-ci a été voulu plus complexe qu'une forme de base de l'API SVG, comme l'ellipse ou le rectangle. Il s'agit d'un chemin.

En SVG, un chemin est d'abord formé

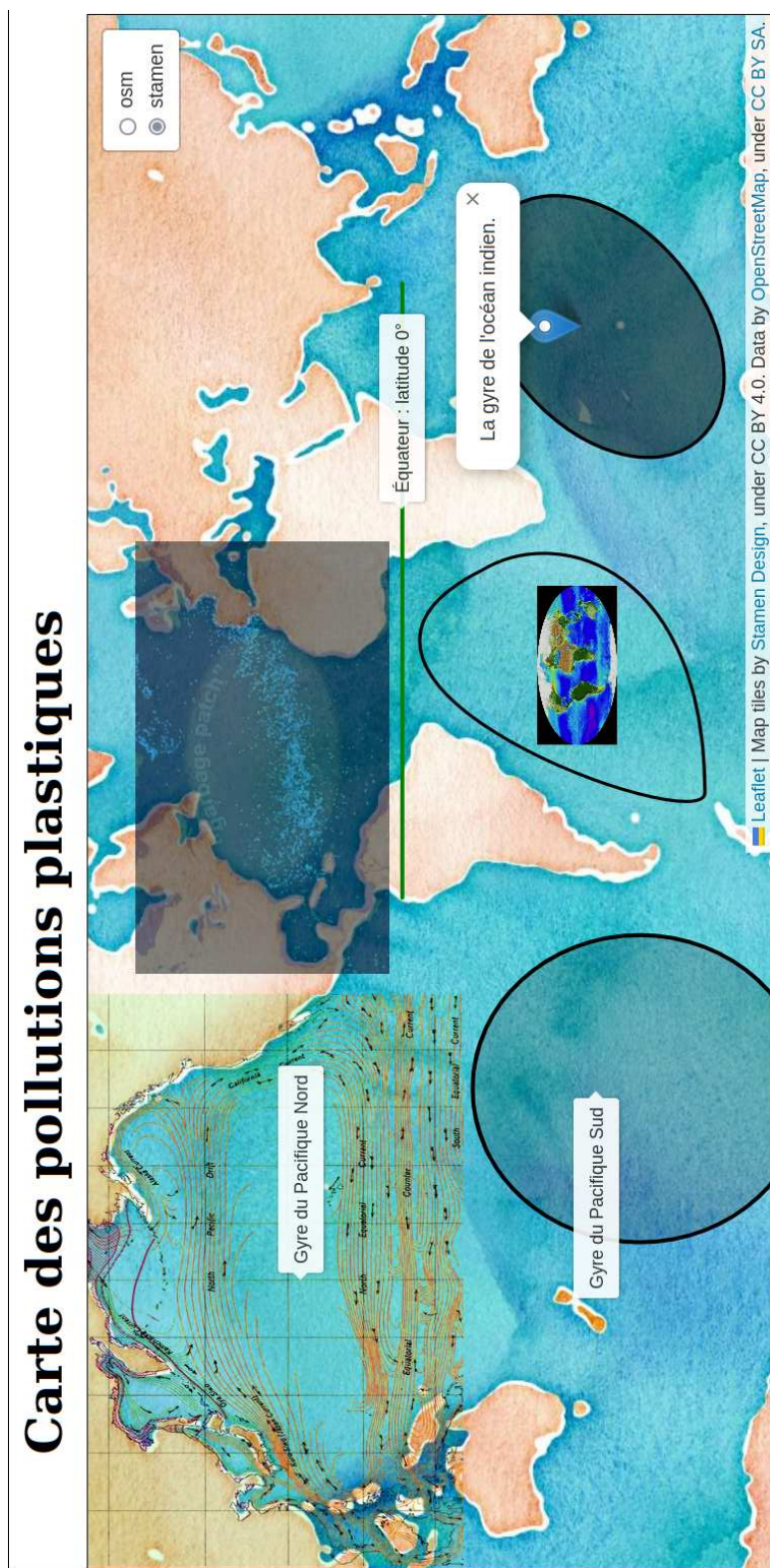


FIGURE A.2 – La carte statique des gyres océaniques.

```

1 var coin20_0 = L.latLng(0, 23);
2 var coin0_20 = L.latLng(-65, 115);
3 var bounds1 = L.latLngBounds(
4   coin20_0, coin0_20);
5 var svgElement = document.
6   createElementNS("http://www.w3
7   .org/2000/svg", "svg");
8   svgElement.setAttribute('xmlns',
9     "http://www.w3.org/2000/svg")
10  ;
11  svgElement.setAttribute('viewBox',
12    "0 0 100 100");
13  svgElement.innerHTML = '<ellipse
14    transform="rotate(-40 50 60)"
15    cx="50" cy="60" rx="45" ry
16    ="30" stroke="black" stroke-
17    opacity="1" fill-opacity
18    ="50%"/>';
19  var forme = L.svgOverlay(
20    svgElement, bounds1);
21  forme.addTo(map);

```

Listing A.9 – L'ellipse de l'océan indien.

de segments constitués chacun de deux points. L'un est l'origine du segment et l'autre son arrivée. À chacun de ces deux points est associé un point supplémentaire nommé poignée de Bésier. La droite qui lie le point à sa poignée de Bésier définit la tangente de la courbe au point considéré. Il est ainsi possible de créer une courbe avec quatre points uniquement.

Pour mieux comprendre la situation, étudions le code permettant de tracer la courbe représentant la gyre de l'Atlantique Sud. Il est donné par le listing [A.10](#).

Les premières lignes ont déjà été expliquées précédemment. Seules les lignes [4](#) et [5](#) sont à commenter.

```

1 var svgElement = document.
2   createElementNS("http://www.w3
3   .org/2000/svg", "svg");
4  svgElement.setAttribute('xmlns', "
5   http://www.w3.org/2000/svg");
6  svgElement.setAttribute('viewBox',
7    "0 0 100 100");
8  svgElement.innerHTML = '<path d="M
9    85,15 C 100,40 85,85 15,85 C
10   0,85 50,-55 85,15" stroke="
11   black" stroke-opacity="1" fill
12   -opacity="0%"/>\
13   <image xlink:href="images/
14     Mollweide_Cycle.gif" x="30"
15     y="20" height="50" width
16     ="50" />';
17  var forme = L.svgOverlay(
18    svgElement, bounds1);
19  forme.addTo(map);

```

Listing A.10 – La gyre de l'Atlantique Sud.

Et encore, la seconde donne simplement un exemple de placement d'une image animée de type GIF sur la carte. Elle n'appelle pas vraiment de commentaires.

La première quant à elle est plus complexe car elle présente un élément de type *path* dont le premier paramètre est difficilement compréhensible. Les autres sont évidents. Commentons donc ce premier paramètre qui comporte les éléments suivant :

```
d="M 85,15 C 100,40 85,85 15,85 C
0,85 50,-55 85,15"
```

Pour les comprendre, il faut au préalable se rappeler que la taille de la *viewbox*, précisée à la ligne [3](#), est de 100x100. Le chemin commence par un unique point (M) situé aux coordonnées

x,y de la viewbox 85,15, soit en haut à droite (le système d'axes utilisés en SVG à l'origine en haut à gauche, x pointant vers la droite et y vers le bas). Viennent ensuite trois couples de nombres après la lettre C qui représentent successivement la poignée de Bézier 100,40 du point M, la poignée de Bézier du point terminal du segment et le point terminal du segment. Le point 15,85 est donc le point terminal du premier segment et 85,85 sa poignée de Bézier associée. Le second C permet de construire le second segment. Comme aucun point M n'est présent juste avant, c'est le dernier point du segment précédent qui constitue l'origine du second 15,85, dont la poignée de Bézier est 0,85. Le point final étant 85,15 et sa poignée de Bézier associée 50,-55, la courbe est fermée.

Pour vous rendre compte que ces points dessinent bien la courbe de la gyre de l'Atlantique Sud, faites un schéma avec les différents points en reliant les poignées de Bézier à leur point.

Vous pouvez aussi consulter le site de *La Cascade* [18] qui vous présentera clairement d'autres commandes path SVG.

### A.3.4 Mouvement

Un premier élément de mouvement se trouve dans l'image animée GIF au centre de la gyre de l'Atlantique Sud. Ce qu'on ne voit pas sur la figure A.2, page 101, c'est que cette image est animée. Pendant la consultation du site, elle se comporte comme un petit film.

Mais, avant de présenter comment superposer à la carte un véritable petit film, signalons, avec l'exemple de la gyre du Pacifique Nord, qu'il ne faut pas négliger la possibilité de représenter le mouvement sans mouvement, c'est à dire avec des éléments vectoriels (au sens de flèches) qui sont depuis longtemps utilisés par la cartographie. Ici, la transparence, rendue disponible par l'utilisation du format d'image PNG, permet de superposer à la carte une image présentant les courants océaniques dans cette zone. Pour autant que cette image ait été créée selon une projection de Mercator (ce qui n'est pas ici le cas), elle peut être un outil particulièrement adapté à la représentation des mouvements marins. Le code de placement de l'image est classique et est précisé dans le listing A.11.

Bien entendu, l'idéal serait de récupérer les données (position, sens, direction et grandeur) numériques de ces courants et de les projeter sur la carte dans une couche vectorielle et non par une image bitmap. C'est possible, mais cela dépasse le cadre de cette petite présentation de Leaflet.

Encore plus intéressant est la vidéo représentant les mouvement océaniques de la gyre de l'Atlantique Nord. Les données sont celles de la NASA (voir [5]). La vidéo qui se trouve sur la carte est une simulation du mouvement de bouées en Atlantique Nord, basée sur l'étude de bouées réelles. Comme le dit la NASA :

We distributed thousands of particles (virtual buoys) around the world, then ran a si-

```

1 var imageUrl = 'images /
  North_Pacific_Gyre.png';
2 var errorOverlayUrl = 'https://cdn
  -icons-png.flaticon.com
  /512/110/110686.png';
  var altText = 'Wikipedia : https
  ://commons.wikimedia.org/wiki/
  File:North_Pacific_Gyre.png';
4 var latLngBounds = L.latLngBounds
  ([[66.6, -254.5], [-15.5,
  -105.2]]);
  var imageOverlay = L.imageOverlay(
    imageUrl, latLngBounds, {
6   opacity: 1,
    errorOverlayUrl: errorOverlayUrl,
8   alt: altText,
    interactive: true
10 }).addTo(map)
  .bindTooltip("Gyre du Pacifique
    Nord", {
12   permanent: true,
    direction: 'right',
14   offset: [0,0]
  });

```

Listing A.11 – La gyre Pacifique Nord.

mulation based on the ECCO2 flow vectors to see where those particles would move to over time. These simulated particles were colored blue/cyan based on the particle's speed. Notice that over time garbage patches develop in each of the ocean basins. [5]

Pour une comparaison entre le modèle numérique et les bouées réelles, voyez la référence. Comme le propos ici n'est pas de discuter des éléments scientifiques qui expliquent les gyres, mais de montrer que Leaflet permet différentes représentations de celles-ci, de la vidéo sur l'en-

```

1 var videoUrls = [
2   'images /
  GyreAtlantiqueNordPetitPetit.
  mp4'];
3 var errorOverlayUrl = 'https://cdn
  -icons-png.flaticon.com
  /512/110/110686.png';
4 var latLngBounds = L.latLngBounds
  ([[57, -100], [3.5, 13]]);
  var videoOverlay = L.videoOverlay(
    videoUrls, latLngBounds, {
6   opacity: 0.6,
    errorOverlayUrl: errorOverlayUrl,
7   interactive: true,
8   autoplay: true,
9   muted: true,
10  playsInline: true,
11  keepAspectRatio: false
13 }).addTo(map);

```

Listing A.12 – La gyre de l'Atlantique Nord.

semble des gyres mondiales, seule la gyre de l'Atlantique Nord a été extraite par découpage avec le logiciel libre OpenShot et seule la partie simulation a été sélectionnée.

La manière d'introduire cette vidéo sur la carte est présentée dans le code A.12.

Plusieurs vidéos peuvent être lancées successivement. Dans ce cas, elles doivent être spécifiées dans le tableau *videoUrls* de la ligne 2, séparées par une virgule.

La méthode de l'API Leaflet pour représenter la vidéo sur la carte est *videoOverlay*, visible à la ligne 5. Elle prend pour arguments le tableau de la/des vidéos, la boîte des positions supérieure-gauche et inférieure-droite de la vidéo et des propriétés comme l'opa-

cité (ligne 6) ou le ratio d'aspect (ligne 12). Ce dernier est très utile dans le cas d'une carte intégrée dans la vidéo qui n'est pas conforme à Mercator. Il permet de déformer au mieux la vidéo pour que les contours des côtes collent au mieux à ceux de la carte sous-jacente.

On constate finalement une grande simplicité à gérer des éléments dynamiques avec Leaflet, que ce soit une image comportant des vecteurs, une vidéo de type GIF ou des vidéos classiques, qui dans tous les cas supportent un réglage de l'opacité fort bienvenu sur le fond de carte.

### A.3.5 Informations

Notons finalement que les possibilités offertes par Leaflet en terme de présentation de l'information sont très vastes. C'est le cas en particulier pour la gestion de l'information à l'intérieur des popups qui s'ouvrent à l'accueil sur la carte ou par un clic sur l'un de ses éléments. Ce point n'a pas été abordé ici, pas plus que la personnalisation des icônes de ceux-ci. Le site de Leaflet (voir [10]) et en particulier ses onglets *Tutorials* et *Docs* vous en diront plus.

Voyons cependant comment mettre en place une légende.

Le code permettant d'obtenir la légende présentée à la figure A.3 est donné dans le listing A.13.

On voit dans ce code plusieurs éléments intéressants.

```

// Définition de la légende
function getColor(d) {
  return d === 'Océaniques' ? "#5bc6da" :
    d === 'Terrestres' ? "#e5c7a9" :
    d === 'Polaires' ? "#dadcd2" :
    d === 'Désertiques' ? "#e2ddcf" :
    "#cd9474";
}
var legend = L.control({ position
  : 'bottomleft' });
legend.onAdd = function (map) {
  var div = L.DomUtil.create('div', 'info legend');
  labels = ['<strong>Surfaces </strong>'],
  categories = ['Océaniques', 'Terrestres', 'Polaires', 'Désertiques', 'Autres'];
  for (var i = 0; i < categories.length; i++) {
    div.innerHTML +=
      labels.push('<span style="display:inline-block; width:10px; height:10px; border-radius:5px; background:'+getColor(categories[i])+';"></span> '+categories[i]);
  }
  div.innerHTML = labels.join('<br>');
  return div;
};
legend.addTo(map);

```

Listing A.13 – Une légende.



FIGURE A.3 – Une légende

Tout d’abord, à la ligne 2, une fonction permettant de retourner une couleur en fonction d’une catégorie de surfaces (Océaniques, Terrestre, ...). La grammaire utilisée est celle d’un test (?) de différents cas dont la couleur finale correspond à l’ensemble des cas non prévus.

Puis, vient la déclaration d’un élément de contrôle de Leaflet mis à la ligne 9 dans la variable *legend*.

Si la légende est ajoutée à la carte à la ligne 21, ses éléments sont construits précédemment dans la méthode *onAdd* de la variable *legend*, ligne 10. À la même ligne, celle-ci est constituée par une fonction anonyme avec pour paramètre la carte (*map*).

Dans cette fonction, on crée à la ligne 11 un *div* en y ajoutant les classes *info* et *legend*. Puis, on initialise la variable *labels* avec l’entête de la légende et on déclare une variable *categories*, qui va contenir les éléments de la légende. Enfin, on crée une boucle ajoutant à l’en-

tête de la variable *label* chaque ligne de la légende. Chacune de celles-ci est construite de la même manière, ligne 16 : un *span* dont les bords sont arrondis pour donner un cercle et dont la couleur correspond à celle de chaque élément des catégories, suivi du texte correspondant à la catégorie en question. Enfin, à la ligne 18, on crée un retour à la ligne à la fin de chacune de celles-ci.

Finalement le *div* construit est retourné à la carte à la ligne 19.

L’exemple de cette légende permet de comprendre comment on construit une légende, mais aussi d’envisager des légendes dynamiques avec des couleurs qui changent en fonction des cas, car si la variable *categories* peut contenir du texte, elle peut aussi être numérique.

### A.3.6 Grands cercles

Signalons encore ici la faculté de Leaflet à utiliser très simplement des modules.

Par exemple, on peut présenter l’utilisation du module *Leaflet.greatCircle.js* (voir [9]), permettant de représenter correctement de très grands cercles dans la projection de Mercator.

L’installation du module est très simple. Elle se fait par importation du script javascript de celui-ci à la fin du fichier *index.html*, après Leaflet, comme le montre le code A.14.

Puis, pour créer un grand cercle, on utilise la syntaxe du code A.15.



```
<script src="js/Leaflet.  
greatCircle.js"></script>
```

Listing A.14 – Importation du module greatCircle.

```
1 // Définition d'un grand cercle  
  avec le plugin Leaflet.  
  greatCircle permettant  
2 // des grand cercles correctement  
  définis dans la projection de  
  Mercator.  
var grandcercle = new L.  
  greatCircle([-30, 110], {  
    radius: 7000000});  
4 grandcercle.addTo(map);
```

Listing A.15 – Une légende.

La construction du grand cercle se fait à la ligne 3 en spécifiant la latitude-longitude et le rayon du cercle.

Le résultat est donné à la figure A.4. On y voit en bleu des cercles si déformés au pôle Sud qu'ils ne se referment pas. Évidemment, l'échelle est très petite de façon à voir le monde dans son ensemble et c'est la raison pour laquelle le cercle se répète.

## A.4 Conclusion

Au terme de ce parcours des possibilités offertes par Leaflet, et plus que cela avec notamment les cartes proposées par Mathilde et Héléne, la carte des pollutions océaniques (carte de la figure 2.11, page 29) ou ci-dessus la carte statique des gyres océaniques (figure A.2, page

101), la question est de savoir ce que nous avons appris.

Au départ, la démarche engagée par Mathilde et Héléne nous a fait découvrir (ou nous à engagé à nous rappeler) que les gyres de plastiques ou les catastrophes pétrolières sont une réalité bien peu réjouissante qui se cache dans les océans et qu'il est bon d'en tenter la localisation sur une carte à petite échelle pour mieux en comprendre l'importance en terme de surface.

Puis, aux regrets de Mathilde et Héléne de ne pas avoir pu en préciser les formes, nous nous sommes intéressés aux techniques de représentation des éléments cartographiques d'une carte sur le web. Les modes de représentation des objets sur la carte et les variations d'échelle que ce type de carte implique nous ont alors fait découvrir plusieurs langages (JavaScript, Leaflet, SVG, ...) nécessaires à la constitution des cartes.

Mais, l'étude de ces langages, des formes mises à disposition pour la représentation, nous ont interrogés sur la pertinence de celles-ci dans le cas de gyres. De simples cercles nous sommes passés à une représentation du mouvement des particules plastiques dans les courants océaniques. Encore ne sommes-nous pas allés à une représentation en profondeur, c'est-à-dire dans la troisième dimension des couches liquides océaniques. Mais on s'est bien rendu compte que la compréhension des mouvements des masses d'eau pouvait trouver une explication graphique dans une représentation des fonds océaniques. A la recherche d'une telle représentation, on a pu voir la puis-

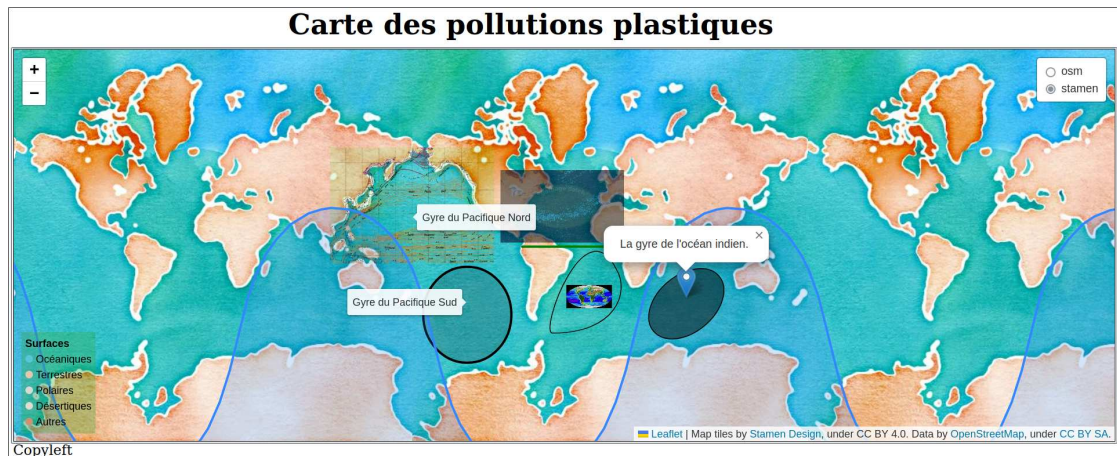


FIGURE A.4 – De très grands cercles corrects en projection de Mercator.

sance de Leaflet pour changer à la volée le fond de carte et découvrir que, malheureusement, il n'existe pas encore de représentation des fonds océaniques tuilée pour permettre le zoom des cartes web.

Au final donc, les nécessités de la représentation cartographique nous ont poussés à approfondir de manière conséquente nos connaissances sur le fond des phénomènes que la carte exemplifie. On peut ainsi citer et souligner le titre de l'avant-propos de l'ouvrage *La carte invente le monde* (voir [2] élaboré au sein de l'Université de Lille).

*La carte pour tracer un chemin dans des mondes de connaissances.* [2, Avant-propos]

## Xia et Map Wrapper

Faire une carte ne suppose pas toujours une relation à un territoire réel. La carte peut être imaginaire. Cela résout et pose un problème.

Généralement un territoire imaginaire n'est pas pensé de manière courbe. Ainsi, les opérations de projection n'ont pas lieu d'être. Aucune géodésie n'est nécessaire. Parfois, même aucun système de coordonnées géographiques ou cartographiques n'est nécessaire ou alors il est inventé de manière assez simple pour qu'il ne s'agisse que d'une grille aisément représentable. On résout ainsi un problème complexe de cartographie.

Par contre, cette absence à la géométrie du territoire pose un problème inattendu. En effet, les SIG (systèmes d'information géographiques) interactifs ne sont paradoxalement pas prévus pour utiliser un fond de carte plan qui ne provienne pas d'un ensemble de couches permettant le zoom. Ils sont donc inadaptés à la création de cartes imaginaires interactives.

Pour de telles cartes, il est impossible d'utiliser *Umap*, par exemple, puisqu'au-

cun choix de fond de carte entièrement personnalisé n'y est possible.

Avec un degré de complexité important, *QGIS* ou *Leaflet* pourraient permettre une telle représentation (voir par exemple [13] pour des cartes astronomiques avec Leaflet). Mais l'investissement étant alors important, nous allons présenter ici deux autres solutions plus simples.

### B.1 Xia

L'idée est ici d'abandonner totalement les SIG et d'utiliser un logiciel de dessin. Les besoins de l'interactivité font que celui-ci doit être vectoriel, comme on va le voir. Le choix se porte donc naturellement sur *Inkscape* et l'un de ses modules permettant d'exporter les zones interactives créées avec celui-ci sous la forme d'un site web : *Xia*.

### B.1.1 Installation

L'installation de Xia est très simple puisque le module existe sous la forme d'un paquet *deb* (il n'est pas dans les dépôt de Raspberrypi). Il suffit donc de le télécharger sur le site de Xia Fundraisers [19] pour linux et d'utiliser *apt*.



FIGURE B.1 – À l'ouverture du site

### B.1.2 Utilisation

Après avoir redémarré Inkscape, Xia est installé.

Avant de voir précisément comment l'utiliser, il faut en comprendre le fonctionnement général. L'idée est de charger dans Inkscape une image de fond de type raster, du png, par exemple. C'est sur celle-ci que va se trouver toute la carte. Finalement, le fonctionnement de Xia-Inkscape est très proche de celui des SIG, puisque les couches de fond de carte sont des raster et que les éléments qu'on interroge sont vectoriels.

Puis, à l'aide des outils d'Inkscape comme les formes (rectangles, ellipses, polygones fermés, arcs, ...), on définit les zones que le survol de la souris permettra de mettre en évidence et qui présenteront au clic des informations dans le bandeau latéral.

La figure B.1 présente la page d'accueil créée par Xia sur la base de la carte du parc d'attraction des rêves présenté au paragraphe 2.10, page 26.

On y voit le bandeau latéral dans lequel des informations générales sur le site peuvent documenter la carte et dans

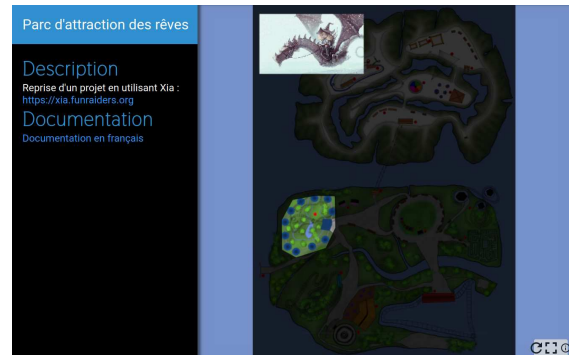


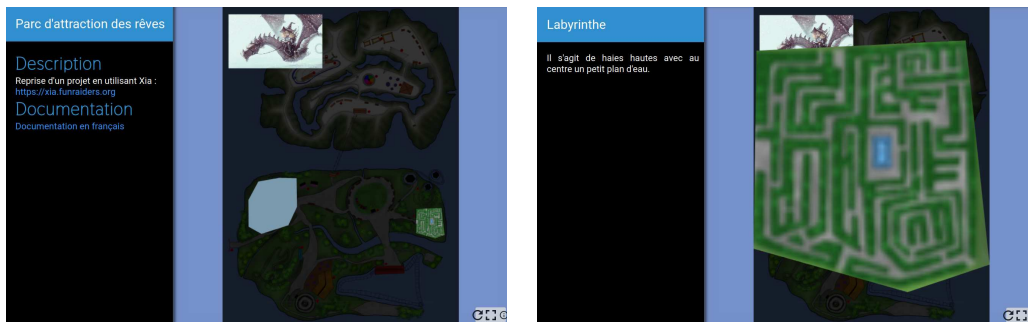
FIGURE B.2 – Mise en évidence d'une zone au survol de la souris.

lequel viendront des informations sur les objets de la carte qui seront cliqués.

On y voit aussi la carte sur laquelle se trouve en haut une image cliquable et un polygone opaque cliquable qui devient transparent au survol de la souris (voir figure B.2).

Le polygone peut être rendu opaque sous Inkscape en lui attribuant un fond totalement blanc.

Ce qu'on ne voit pas avec la zone circulaire à gauche du labyrinthe, qui a été créée à l'aide de l'outil ellipse d'Inkscape



(a) Au survol.

(b) Au clic.

FIGURE B.3 – Le polygone du labyrinthe.

et à laquelle on a attribué un fond entièrement noir.

De cette manière, cette zone devient transparente au survol et est cliquable mais non zoomable, contrairement à la zone du labyrinthe.

En effet, on voit celle-ci au survol de la souris à la figure B.3a et à la figure B.3b le zoom se produisant quand on lui clique dessus.

Parallèlement, on voit aussi sur la figure B.3b dans le bandeau latéral gauche, les informations associées à la zone du labyrinthe.

Finalement, sur la figure B.4, on peut voir une zone elliptique placée sous la zone de l'image en haut à gauche. On voit ainsi qu'il est possible d'ordonner la superposition des éléments graphiques créés avec Inkscape pour que certains soient entièrement cliquables et d'autres pas.



FIGURE B.4 – Une des îles sous l'image.

### B.1.3 Techniquement

Voyons maintenant comment procéder pour obtenir ce résultat.

On voit sur la figure B.5 l'ensemble des formes géométriques superposées à l'image de fond constituant la carte. Celles-ci sont une ellipse pour l'île-montagne (en haut), un rectangle pour l'île des basses terres (en bas), un rectangle avec une rotation vers la droite pour le téléphérique entre les deux îles, l'image du dragon en haut, le polygone blanc en bas à droite, l'ellipse noire au milieu et le polygone transparent entou-

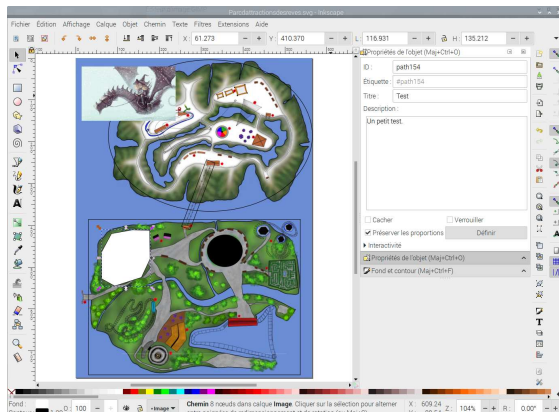


FIGURE B.5 – Les formes utilisées.

rant le labyrinthe. Toutes ces formes ont été créées avec Inkscape et sont fermées.

À l’instar du polygone blanc sélectionné, dont on voit à droite que les propriétés comportent un titre et une description, toutes ces formes ont ces deux catégories des propriétés remplies. Ce sont elles qui vont présenter leur contenu dans le bandeau latéral gauche une fois cliquées, comme on le voit dans la figure B.3b.

Précisons enfin le comportement des trois éléments : polygone blanc, ovale noir et rectangle du téléphérique.

En choisissant le blanc pour couleur de fond d’un élément, on permet un masquage de l’image de fond qui devient transparent au survol et dont les propriétés s’affichent au clic dans le bandeau latéral.

En choisissant le noir pour couleur de fond d’un élément, on ne masque pas la zone sous-jacente et on permet un clic éventuellement déclencheur d’événements, comme un compteur par

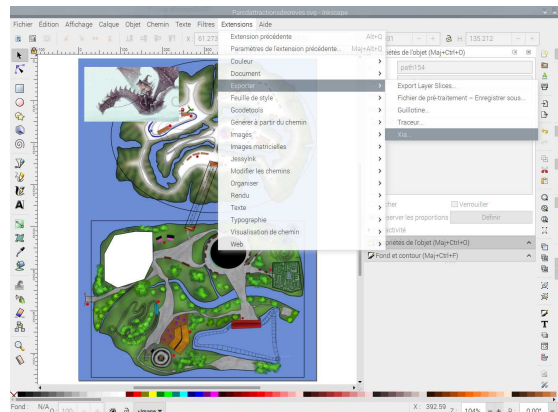


FIGURE B.6 – Les formes utilisées.

exemple, sans présenter les propriétés de l’objet.

En ne choisissant pas de couleur de fond, on ne masque pas la zone sous-jacente et on permet un clic présentant les propriétés de l’objet.

Après avoir défini les zones cliquables et leur propriétés : titre et description, on peut réaliser l’étape finale, c’est-à-dire utiliser Xia à partir de ce qu’on a réalisé sur Inkscape. Avant cela, il semble bon d’enregistrer le travail en SVG. Cela fait, comme le montre la figure B.6, on se rend dans le menu *Extensions*, sous *Exporter* et on sélectionne *Xia...*

La figure B.7 montre la fenêtre de Xia qui s’ouvre alors. Elle est très simple car le seul onglet important est celui des *Options*.

Dans celui-ci on trouve tout d’abord une case à cocher intitulée *Single file*.

Si elle est cochée, celle-ci permet d’obtenir un fichier HTML unique dont les

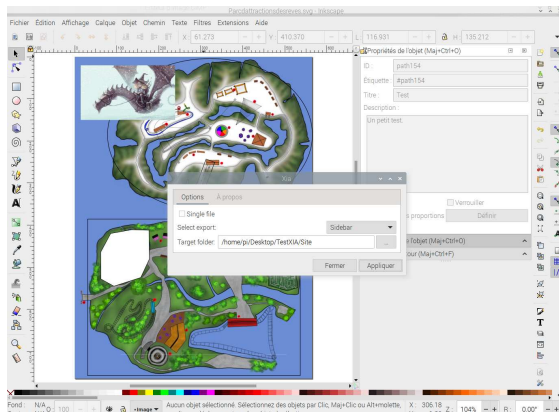


FIGURE B.7 – Les formes utilisées.

librairies nécessaires pour que la page créée fonctionne sont appelée dynamiquement. Il sera alors donc nécessaire d'avoir une connexion internet pour les charger et la page sera dépendante des serveurs les fournissant.

Si elle n'est pas cochée, alors Xia va construire une arborescence de site classique avec les librairies et votre site fonctionnera même sans connexion au réseau. Votre site sera alors plus lourd et sera construit autour de plusieurs fichiers.

On trouve ensuite *Select export* avec un menu déroulant présentant *Sidebar*, *Material*, *Game1Click* et *GameDragAndDrop*. Il s'agit de modèles pour différentes utilisations de Xia, notamment des jeux. Ici, seul le modèle *Sidebar* nous intéresse.

Enfin, on trouve *Target folder*. Il s'agit du répertoire dans lequel Xia va mettre les fichiers. Celui-ci doit donc être créé préalablement.

Ces éléments choisis, on exécute Xia en cliquant sur *Appliquer*. Cela fait, on peut ouvrir le site en allant dans son répertoire et en ouvrant le fichier *.html* qui s'y trouve.

Remarquons que le nom du fichier HTML est celui des métadonnées des propriétés du document du menu fichier d'Inkscape. En remplissant celles-ci (les métadonnées) de manière plus approfondies, on construit aussi les informations sur le document accessibles via l'icône *i* entouré en bas à droite de la figure B.1.

À droite de celle-ci se trouvent aussi une icône permettant de mettre le site en plein écran et une autre pour le recharger.

Quant aux informations apparaissant dans le bandeau latéral au chargement de la page d'accueil, ce sont celles des propriétés de la carte, c'est à dire de l'image de fond.

La gestion des informations des informations apparaissant au chargement du site comme celles constituant les informations de chaque élément, peut être finement réalisée avec un langage descriptif *MARKDOWN* supporté par Xia, permettant des titres, l'ajout de liens et d'images, ... comme le montre la fin du manuel en français (voir [11]) qu'il faut bien étudier.

Xia est un logiciel très intéressant pour créer des cartes sans géométrie. Évidemment, il est contraignant dans la forme produite et si on ne connaît pas le langage HTML, il sera impossible d'en

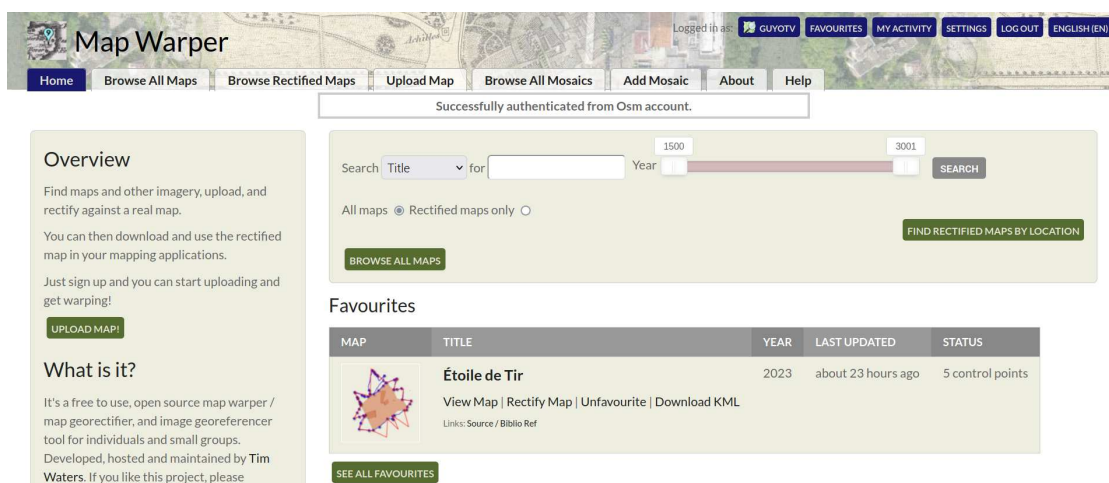


FIGURE B.8 – Transformation d’une image en carte.

changer. Cependant, son couplage avec Inkscape est très intéressant et sa facilité d’utilisation va permettre de réaliser des cartes cliquables tout-à-fait pertinente et dont la publication sur internet ne posera que peu de problèmes (attention, le code créé par Xia n’est pas responsive et les cartes qu’il produit peuvent ne pas fonctionner sur certains écrans).

Cependant, attention, l’utilisation de Xia peut soulever plusieurs difficultés inattendues.

Si on accepte de mettre quelque peu la main dans le code HTML, les sites fournis par Xia seront une bonne base pour une personnalisation plus avancée qui passera par la maîtrise du HTML.

## B.2 Map Wrapper

Entre Xia et Leaflet se trouve un logiciel permettant de reporter une image sur un fond comme celui d’OpenStreetMap. Il s’agit de Map Wrapper (voir [12]).

Celui-ci nécessite une authentification. Si vous disposez d’un compte sur OpenStreetMap, alors, vous pouvez utiliser celui-ci. La figure B.8 présente le site après la connexion. On y voit un onglet *Upload Map* qui va permettre d’y envoyer une image ou une carte. Un menu déroulant présente les options *Is a map* et *Not a map*. En choisissant « *Not a map* » et une image à charger, on peut créer un projet de géoréférencement de cette image. On peut penser à une carte papier scannée ou à une carte imaginaire mais qui doit être localisée quelque part sur un fond réel.

Il faut cependant bien faire attention à ce qu’on envoie sur Map Wrapper, car les projets sont par défaut publiques et donc visibles par tout le monde.

Un fois l’image sur le site, il est possible de la positionner sur un fond de carte. L’onglet *Rectify* présenté sur la figure B.9, est là pour cela. Il y est possible en effet de créer des points de correspondance entre l’image et la carte de fond



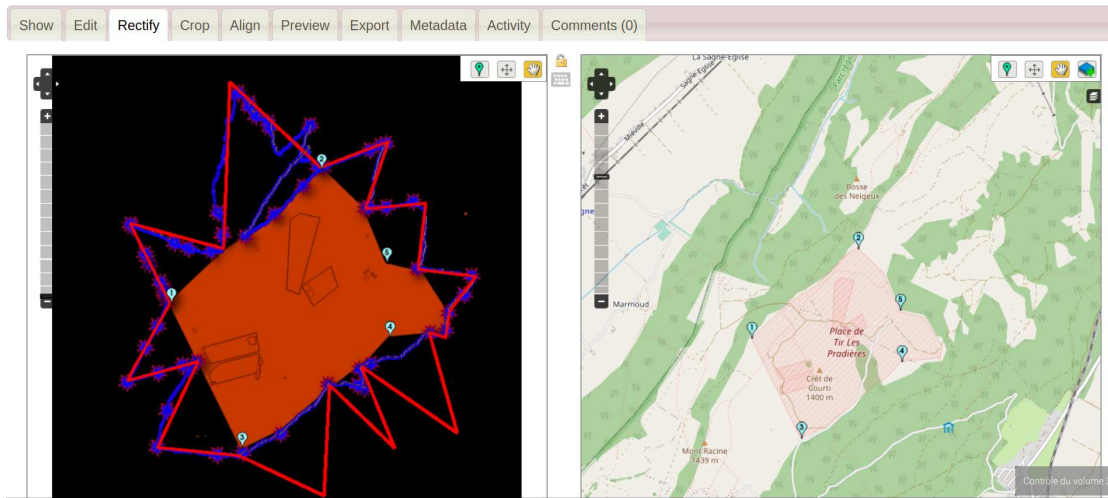


FIGURE B.9 – Positionnement de l'image sur la carte.

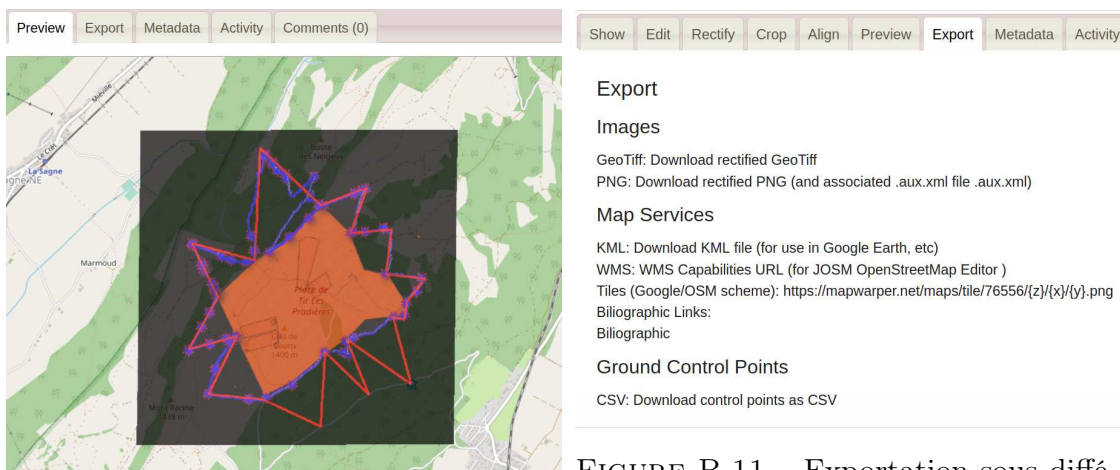


FIGURE B.10 – Le résultat prévisualisé.

FIGURE B.11 – Exportation sous différentes formes.

comme on le voit bien sur la figure. Pour cela, il faut utiliser l'outil *Add control points* en forme de goutte. Pour une bonne correspondance, plusieurs points sont nécessaires.

Une fois cela fait, en utilisant le bouton *Wrap image!*, une carte positionné à l'endroit voulu est créée à partir de l'image.

Une prévisualisation est alors possible, comme le montre la figure B.10 et un export sous différentes formes va permettre d'importer cette carte sous Umap (voir figure B.11).

Pour récupérer cette carte-image avec Umap, il faut se connecter, passer en mode édition et se rendre dans l'édition des paramètres de la carte (la petite

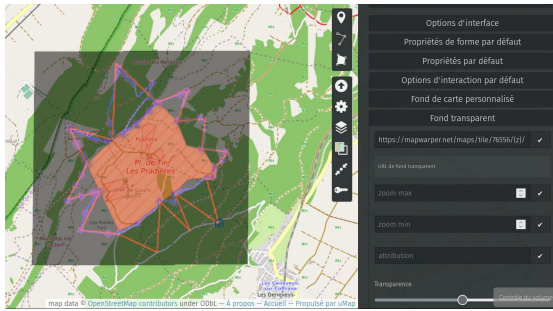


FIGURE B.12 – Utilisation de la carte de Map Wrapper dans Umap.

roue dentée). On peut alors se rendre dans l'onglet *Fond transparent*, comme le montre la figure B.12.

On utilise alors l'url de fond transparent fournie par Map Wrapper sous *Tiles* (voir figure B.11) et on règle la transparence avec le curseur dédié.

Évidemment, l'exemple de l'Étoile de Tir n'est probablement pas le meilleur. En effet, la transparence est celle de l'ensemble de l'image. Si on dispose de données de traces gpx (suivi GPS) et/ou de formes geojson, kml ou autres, on peut les importer directement dans Umap et le problème de la transparence globale n'apparaîtra pas. Mais, pour une carte scannée ou pour un dessin de région imaginaire, ce n'est pas possible et il est même intéressant que ceux-ci apparaissent délimités globalement par la transparence.

# La projection de Mercator

Cette annexe a pour but de se familiariser avec les bases de la projection de Mercator.

Au préalable, c'est à la projection cylindrique équidistante ou projection équirectangulaire ou projection géographique que nous allons nous intéresser.

## C.1 Équirectangulaire

Sa simplicité apparente en fait un bon point de départ pour appréhender l'intérêt de la projection de Mercator. Une projection équirectangulaire ...

*[...] se définit (partiellement) comme une projection de la surface du globe sur la surface d'un cylindre, dont l'axe se confond avec l'axe des pôles et contient les origines des vecteurs de projection. Les méridiens sont alors projetés sur des lignes verticales espacées de manière égale, et les parallèles sont aussi projetés sur des lignes horizontales équi-*

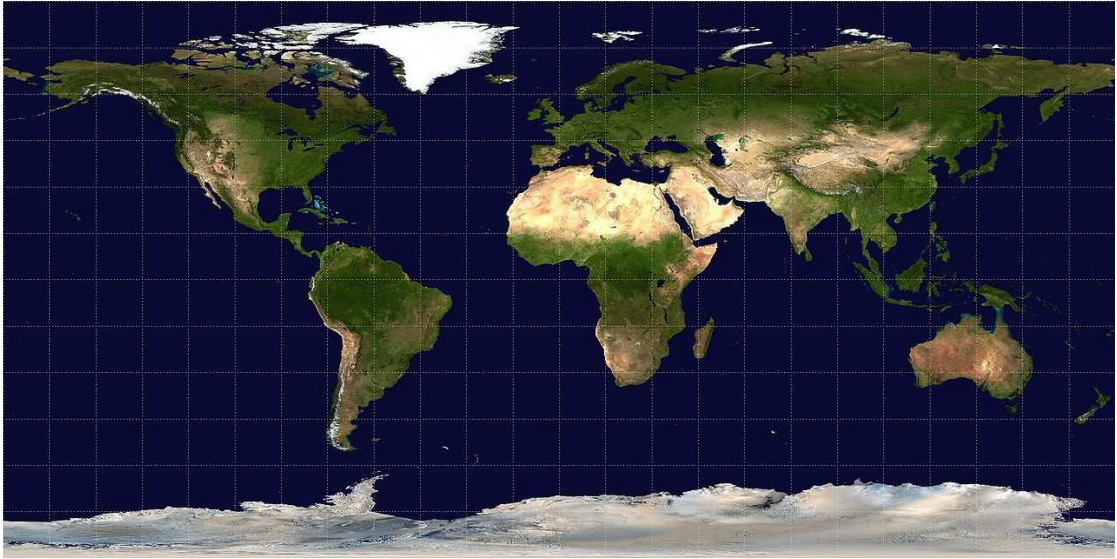
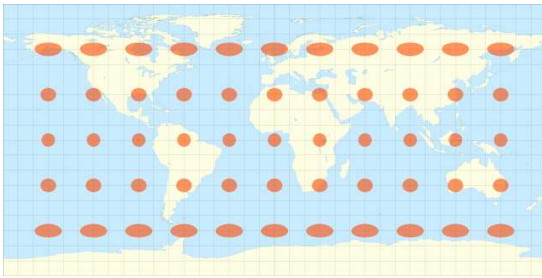
*distantes (espacement horizontal constant). Ce dernier point différencie cette projection de la projection de Mercator. De plus, contrairement à la projection de Mercator, la projection cylindrique équidistante n'est pas conforme. Elle n'est pas non plus équivalente, mais aphyllactique (elle conserve les distances le long des méridiens, d'où le nom « projection cylindrique équidistante »). [Wikipedia](#).*

La figure C.1 présente la situation.

Cette projection est intéressante, car, si elle est centrée sur l'équateur et le méridien de Greenwich (latitude et longitude nulles), la projection est mathématiquement très simple :

$$\begin{aligned}x &= \lambda \\y &= \phi\end{aligned}$$

où  $\lambda$ ,  $\phi$ ,  $x$  et  $y$  sont respectivement la longitude, la latitude, la position sur l'abscisse et la position sur l'ordonnée.

FIGURE C.1 – Projection équirectangulaire ([Wikimedia commons](#)).FIGURE C.2 – Indicatrice de la transformation équirectangulaire ([Wikimedia commons](#)).

Cette transformation ne conserve ni les angles, elle est non conforme, ni les aires, elle est non équivalente. Elle préserve certes les distances sur les méridiens, mais pas sur les grands cercles. La figure C.2 donne son indicatrice de Tissot (voir [Wikipedia](#)), une représentation visuelle des déformations qu'elle produit. On voit que le rayon vertical des ellipses présentées demeure constant, alors que sa composante horizontale change.

## C.2 Mercator

### C.2.1 Loxodromie

Conçue à l'origine pour préserver les angles afin de permettre une navigation à cap constant sur une *loxodromie*, la projection de Mercator est conforme. En effet, la courbe présentée sur la figure C.3 est construite en parcourant le globe selon un angle  $\beta$  avec les méridiens qui est constant.

Il faut relever qu'une loxodrome n'est pas une courbe minimisant la distance parcourue, comme le montre la figure C.4, avec en jaune la loxodrome et en rouge l'orthodrome de distance minimale.

Avec une projection de Mercator (conforme), une loxodromie est transformée en ligne droite. Ainsi, avec une carte projetée selon Mercator, si on trace une

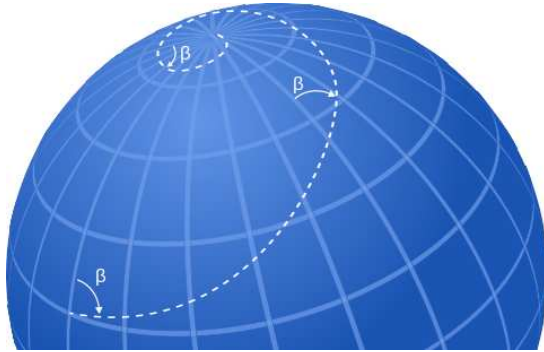


FIGURE C.3 – Une loxodrome ([Wikimedia commons](#))

droite à partir d'un point, on visualise sans difficultés où un déplacement à cap constant va nous mener. Il s'agit donc d'une carte très pratique pour la navigation.

Mais comment la construire? Si avec une projection équirectangulaire la transformation mathématique est évidente, avec une projection de Mercator, c'est loin d'être le cas.

Le travail de Mercator a été réalisé avant la découverte du calcul infinitésimal puisque sa carte a été publiée en 1569. Comme les relations mathématiques qui traduisent cette projection ne peuvent être déterminées qu'avec une équation différentielle, c'est par une construction réalisée par des pas de calculs discrets, qu'elle a pu se faire.

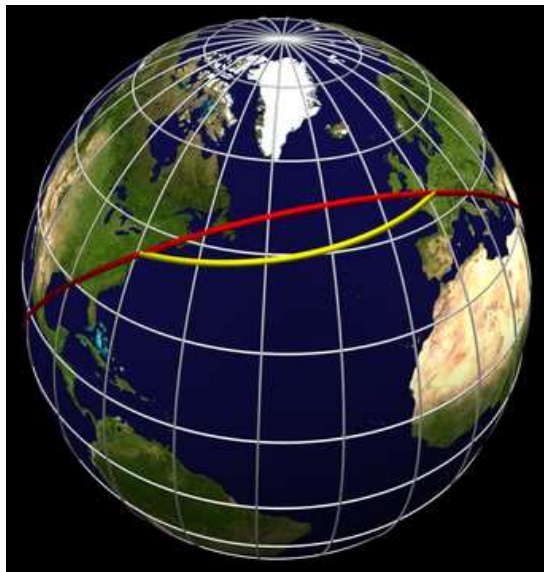


FIGURE C.4 – Loxo et ortho-dromie ([Wikimedia commons](#))

## C.2.2 Mathématiquement

On peut obtenir la transformation de Mercator en partant du fait qu'elle est conforme. Comme les angles sont préservés, il existe une homothétie entre un rectangle sur la sphère et sa projection sur la carte. Même si un rectangle sur la sphère n'est pas une figure plane, d'un point de vue infinitésimal on peut considérer que c'est le cas. Une véritable homothétie existe donc entre le rectangle formé de petits arcs de cercles sur la sphère et le rectangle plan de la carte.

Ainsi, si on note  $dx$ ,  $dy$  les côtés du rectangle sur la carte et  $d\ell$ ,  $dL$  les côtés en longitude et respectivement latitude du rectangle sur le globe, la relation d'ho-

mothétie s'écrit alors :

$$\frac{dy}{dx} = \frac{dL}{dl} \quad (\text{C.1})$$

En notant  $\phi$  la latitude et  $\lambda$  la longitude, on peut écrire  $d\phi$  le côté « vertical » et  $d\lambda$  le côté « horizontal » du rectangle sur le globe. En posant  $R$  pour le rayon de la terre, on a alors que  $dl = R \cos(\phi) \cdot d\lambda$  et  $dL = R \cdot d\phi$ . La relation d'homothétie devient alors :

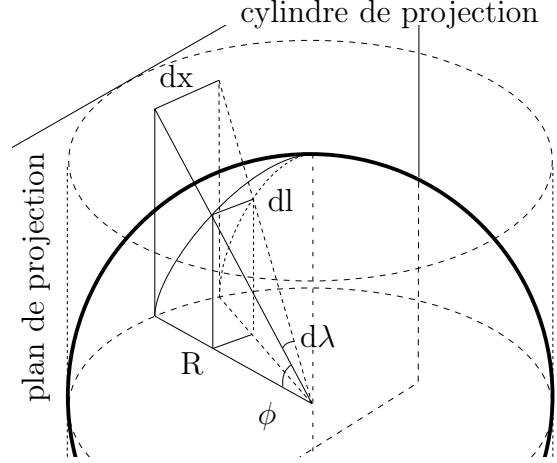
$$\frac{dy}{dx} = \frac{R \cdot d\phi}{R \cos(\phi) \cdot d\lambda} \quad (\text{C.2})$$

En effet, si la longueur en latitude  $dL$  est directement proportionnelle à la variation de latitude, la longueur en longitude  $dl$  dépend de la latitude, puisque les méridiens se rejoignent aux pôles. Or, comme  $dl$  est exacte à l'équateur et nulle aux pôles, elle dépend du cosinus de la latitude, comme on peut le constater sur la figure C.5. En effet, la grandeur  $dl$  se retrouve à l'identique sur le plan équatorial et diminue au fur et à mesure qu'on s'approche du pôle ou du centre de la Terre, comme le cosinus de la latitude  $\phi$ .

La relation entre la distance horizontale  $dx$  sur la carte et celle en longitude  $d\lambda$  sur la sphère est quant à elle triviale. Elle définit l'écart en distance sur la carte entre deux méridiens, par exemple. Cela s'exprime par :

$$dx = c \cdot d\lambda \Rightarrow \frac{dx}{d\lambda} = c \quad (\text{C.3})$$

FIGURE C.5 – Grandeurs de la projection de Mercator.



À partir des équations C.2 et C.3, on peut écrire :

$$\begin{aligned} \frac{dy}{d\phi} &= \frac{R \cdot dx}{R \cos(\phi) \cdot d\lambda} \Rightarrow \\ \frac{dy}{d\phi} &= \frac{c}{\cos(\phi)} = \frac{c}{\sin(\pi/2 + \phi)} \\ &= \frac{1}{2 \cdot \sin(\pi/4 + \phi/2) \cos(\pi/4 + \phi/2)} \\ &= c \cdot \frac{1}{\tan(\pi/4 + \phi/2)} \\ &= c \cdot \frac{d(\tan(\pi/4 + \phi/2))}{d\phi} \end{aligned} \quad (\text{C.4})$$

En effectuant le changement de variable :

$$z = \tan(\pi/4 + \phi/2) \quad (\text{C.5})$$

on peut écrire :

$$\begin{aligned} \frac{dy}{d\phi} &= c \cdot \frac{dz/d\phi}{z} \Rightarrow \\ dy &= dz/z \end{aligned} \quad (\text{C.6})$$

L'équation C.6, s'intègre facilement :

$$\int_0^y dy = c \cdot \int \frac{1}{z} dz \Rightarrow$$

$$y = c \cdot \ln(z)$$

et en resubstituant l'expression de z, on trouve finalement :

$$\boxed{y(\phi) = c \cdot \left( \ln \left( \tan \left( \frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2} \right) \right) \right)} \quad (\text{C.7})$$

Pour d'autres propriétés et quelques calculs très bien faits, consultez [7].

### C.3 Indicatrice

Voici avec la figure C.6 l'indicatrice de la transformation de Mercator qui montre bien les déformations en latitude et longitude, cette dernière étant due au redressement des méridiens qui normalement convergent aux pôles (voir paragraphe A.2.3).

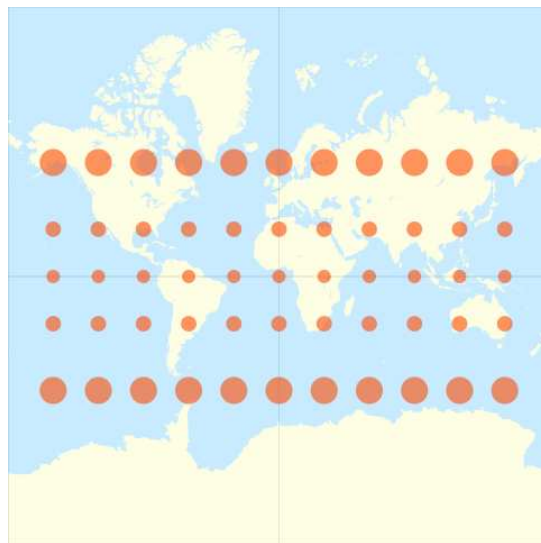


FIGURE C.6 – Indicatrice de la transformation de mercator ([Wikimedia commons](#)).





# Bibliographie

## Livres

- [1] David COLLADO. *Géomatique webmapping en open source*. Ouvrage très technique, mais extrêmement cohérent et entièrement orienté logiciels libres. ellipse, 2019 (cf. p. 93).
- [2] COLLECTIF. *La carte invente le monde*. Sous la dir. de Patrick PICOUET. Fantastique ouvrage dont la diversité de propos redonne foi en la cartographie. Presses universitaires du Septentrion, 2019 (cf. p. 108).
- [3] COLLECTIF. *Les usages des cartes (XVIIe-XIXe siècle)*. Sous la dir. d'Isabelle LABOULAIS. Comment crée-t-on des cartes? Presses universitaires de Strasbourg, 2008 (cf. p. 92).
- [6] Sous la direction de JEAN-MARC BESSE & GILLES A. TIBERGHEN. *Opérations cartographiques*. Peut-on envisa-

ger les opérations cartographiques nécessaires à la production de cartes? Actes Sud ENSP, 2017 (cf. p. 1, 92).

- [14] Matthieu NOUCHER. *Blancs des cartes et boîtes noires algorithmiques*. Ouvrage relativement simple sur la relation entre cartographie et informatique. CNRS Editions, 2023 (cf. p. 86).
- [15] Kolletiv ORANGOTANGO. *Ceci n'est pas un atlas*. Sous la dir. de Nephthys ZWER. La cartographie comme outil de luttes 21 exemples à travers le monde. édition du commun, 2023 (cf. p. 1, 5).
- [16] Nephthys Zwer et PHILIPPE REKACEWICZ. *Cartographie radicale Explorations*. Une référence en la matière. La Découverte, 2021 (cf. p. 1, 5, 26).

## Ressources en ligne

- [4] *Des cartes sur votre site*. URL : <https://zestedesavoir.com/tutoriels/1365/des-cartes-sur-votre-site/> (visité le 22/07/2023) (cf. p. 93).
- [5] *Garbage Patch Visualization Experiment*. URL : <https://svs.gsfc.nasa.gov/4174> (visité le 10/08/2023) (cf. p. 103, 104).
- [7] *La cartographie*. URL : <https://dms.umontreal.ca/~rousseac/Cartographie.pdf> (visité le 07/08/2023) (cf. p. 121).

## BIBLIOGRAPHIE

- [8] *Leaflet - Utilisation avancée.* URL : <https://zestedesavoir.com/tutoriels/4053/leaflet-utilisation-avancee/> (visité le 22/07/2023) (cf. p. 93).
- [9] *Leaflet.greatCircle.js.* URL : <https://github.com/nuclearsecrecy/Leaflet.greatCircle> (visité le 29/08/2023) (cf. p. 106).
- [10] *Leafletjs.* URL : <https://leafletjs.com/> (visité le 10/08/2023) (cf. p. 105).
- [11] *Manuel d'utilisation de XIA.* URL : <https://xia.funraiders.org/docreader.php?doc=0> (visité le 18/09/2023) (cf. p. 113).
- [12] *Map Wrapper.* URL : <https://mapwarper.net/> (visité le 22/09/2023) (cf. p. 114).
- [13] *Not of this earth.* URL : <https://leafletjs.com/examples/crs-simple/crs-simple.html> (visité le 17/09/2023) (cf. p. 109).
- [17] *Stamen Design.* URL : <https://stamen.com/> (visité le 07/08/2023) (cf. p. 99).
- [18] *SVG, la syntaxe Path.* URL : <https://la-cascade.io/articles/svg-la-syntaxe-path> (visité le 09/08/2023) (cf. p. 103).
- [19] *Xia 3.0.* URL : <https://xia.funraiders.org/> (visité le 17/09/2023) (cf. p. 110).

## BIBLIOGRAPHIE